

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
 Отделение контроля и диагностики

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы	
Мониторинг радиационной обстановки на примере Томской области	
УДК 502.175:504.5:628.4.047(571.16)	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ81	Лисичкина Мария Станиславовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А. Н.	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В. А.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю. М.	Д.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	К.Т.Н.		

Томск – 2020 г.

Результаты освоения образовательной программы по направлению 20.04.01 Техносферная безопасность

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Использовать на основе <i>глубоких и принципиальных</i> знаний необходимое оборудование, инструменты, технологии, методы и средства обеспечения безопасности человека и окружающей среды от техногенных и антропогенных воздействий в условиях <i>жестких</i> экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС (ПК-3–7; ОПК-1–3, 5; ОК-4–6) ¹ , Критерий 5 АИОР ² (пп.5.2.1, 5.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Проводить <i>инновационные</i> инженерные исследования опасных природных и техногенных процессов и систем защиты от них, включая <i>критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности</i> с применением <i>глубоких и принципиальных</i> знаний и <i>оригинальных</i> методов в области современных информационных технологий, современной измерительной техники и методов измерения.	Требования ФГОС (ПК-8–13; ОПК-1–3, 5; ОК-4, 9, 10, 11, 12), критерии АИОР Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.2, 5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания и безопасному размещению и применению технических средств в регионах, осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях, находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения <i>инновационной инженерной деятельности</i> с учетом юридических аспектов в области техносферной безопасности	Требования ФГОС (ПК-4, 6, 14–18; ОПК-1–5; ОК-1, 7, 8), Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5, 5.3.1–2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Организовывать мониторинг в техносфере, составлять краткосрочные и долгосрочные прогнозы развития ситуации на основе его результатов с использованием <i>глубоких фундаментальных и специальных</i> знаний, аналитических методов и <i>сложных</i> моделей <i>в условиях неопределенности</i> , анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания и разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности	Требования ФГОС (ПК-2, 19, 21, 22; ОПК-1–5; ОК-2), Критерий 5 АИОР (п.5.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и территориально-производственных	Требования ФГОС (ПК-20, 23–25; ОПК-1–3, 5),

¹ Указаны коды компетенций по ФГОС ВО (направление 20.04.01 – Техносферная безопасность).

² Критерии АИОР (Ассоциации инженерного образования России) согласованы с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

	комплексов, аудит систем безопасности, осуществлять мероприятия по надзору и контролю на объекте экономики, территории в соответствии с действующей нормативно-правовой базой	Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5–6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P6	Работать в интернациональной профессиональной среде, включая разработку документации, презентацию и защиту результатов <i>инновационной инженерной деятельности с использованием иностранного языка</i>	Требования ФГОС (ОК-5, 6, 10–12; ОПК-3), Критерий 5 АИОР (п.5.3.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P7	Эффективно работать индивидуально, а также в качестве <i>руководителя группы</i> с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области техносферной безопасности, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам, понимать необходимость и уметь <i>самостоятельно учиться</i> и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1-3, 5, 8, 11, 12, ОПК 1-4, ПК-18) Критерий 5 АИОР (пп.5.3.3–6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
20.04.01 Техносферная
безопасность
_____ Ю.В. Анищенко
10.03.2020 г.

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ81	Лисичкиной Марии Станиславовне

Тема работы:

Мониторинг радиационной обстановки на примере Томской области

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№51-54/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:
--

05.06.2020 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования является система мониторинга радиационной обстановки.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Изучить и провести анализ методов и систем, используемых при контроле радиационной обстановки на территории РФ и Томской области. Провести анализ состояния окружающей среды, согласно полученным данным АСКРО. Дать оценку возможного негативного воздействия на население, вызванного постоянным

	техногенным радиационным фактором.
Перечень графического материала	<p>Рис. 1. Хронология и количество промышленных ядерных аварий</p> <p>Рис. 2. Процентный вклад различных источников ионизирующего излучения в среднюю суммарную дозу облучения жителей Томской области в 2017 году</p> <p>Рис. 3. Структура единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки</p> <p>Рис. 4. Карта расположения постов контроля</p> <p>Рис. 5. Данные, полученные при мониторинге</p> <p>Рис. 6. Картограмма МЭД</p> <p>Рис. 7. Расположение постов контроля, представленных в ВИАЦ</p> <p>Рис. 8. Карта расположения постов контроля, представленных в ЕГАСМРО</p> <p>Рис. 9. Месторасположение дополнительных постов контроля анализируемых структур места контроля региональной структуры</p> <p>Рис. 10. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами</p> <p>Рис. 11. План эвакуации</p>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Профессор, д.т.н. Федорчук Ю. М.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСТН, к.э.н. Маланина В. А.
Иностранный язык (английский)	Доцент ОИЯ, к.ф.н Панамарёва А. Н.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Цели и задачи контроля радиационной обстановки	
Системы обеспечения безопасности объектов атомной энергетики и ядерно и радиационно опасных объектов	
Структура единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.03.2020 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А. Н.	к.х.н.		10.03.2020 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ81	Лисичкина Мария Станиславовна		10.03.2020 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность
 Уровень образования магистратура
 Отделение контроля и диагностики
 Период выполнения весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2020 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
23.03.2020 г.	Рассмотрение законодательной и нормативной документации в области обеспечения контроля радиационной обстановки.	20
06.04.2020 г.	Анализ методов и систем, используемых при контроле радиационной обстановки на территории РФ и Томской области.	10
20.04.2020 г.	Анализ состояния окружающей среды, согласно полученным данным АСКРО.	25
04.05.2020 г.	Оценка возможного негативного воздействия на население, вызванного постоянным техногенным радиационным фактором.	15
11.05.2020 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
25.05.2020 г.	Оформление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А. Н.	к.х.н.		10.03.2020

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		10.03.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ81	Лисичкина Мария Станиславовна

Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.01 «Техносферная безопасность»

Тема ВКР:

Мониторинг радиационной обстановки на примере Томской области	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Рабочим местом является служебное помещение размером 6×5,5×4,0 м, оборудованное оргтехникой. Объектом исследования является система мониторинга радиационной обстановки. Полученные с помощью информационных центров данные можно сравнить со статистикой прошлых лет и дать прогноз на дальнейшее изменение радиозоологической обстановки.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы при анализе системы мониторинга радиационной обстановки. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов: – уровень радиационной обстановки в Томской области, ПДД, СКЗ, СИЗ; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – повышенный уровень электромагнитных полей (ЭМП); – неудовлетворительный микроклимат. – шум от вентиляции; – поражение электрическим током – пожароопасность.
3. Экологическая безопасность:	– анализ воздействия

	<p>объекта на атмосферу (выбросы);</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы). – организационные мероприятия по утилизации отходов.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>К чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера, которые могут произойти, относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – сильный мороз зимой; – несанкционированное проникновение посторонних лиц на рабочее место.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<p>Перечень нормативно-технической документации (ГОСТы, СанПины, СНиПы), которая использовалась при написании раздела «Социальная ответственность».</p>
6. Графический материал и расчет одного из вредных факторов (расчет равномерного освещения) на рабочем месте:	<p>1) План эвакуации при пожаре на рабочем месте;</p> <p>2) План размещения светильников на потолке</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.03.20
---	-----------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н.		10.03.20

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ81	Лисичкина Мария Станиславовна		10.03.20

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ81	Лисичкина Мария Станиславовна

Инженерная школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Магистр	Направление / специальность	20.04.01 «Техносферная безопасность»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1. Литературные источники; 2. Методические указания по разработке раздела. Человеческие ресурсы – 2 человека. Районный коэффициент – 30%.
2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) 30,2 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности проведения исследования	Основные технико-экономические показатели исследования SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета исследования	Расчет затрат времени, труда, материалов и оборудования по отдельным видам работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Общий расчет сметной стоимости проведения работ по исследованию и анализу системы мониторинга радиационной обстановки

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А.	к.э.н., доцент		10.03.20

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ81	Лисичкина М. С.		10.03.20

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 121 с., 11 рис., 35 табл., 35 источников, 1 прил.

Ключевые слова: радиационный мониторинг, контроль радиационной обстановки, АСКРО.

Объектом исследования является система контроля радиационной обстановки.

Цель работы – анализ системы мониторинга радиационной обстановки на территории Томской области.

В процессе исследования проводился анализ данных, полученных с помощью автоматизированной системы контроля радиационной обстановки, выявлены недостатки предоставления данных в единой государственной автоматизированной системе мониторинга радиационной обстановки.

В результате исследования даны предложения по улучшению эффективности работы системы в целом, проведен расчет количества злокачественных новообразований у населения, проживающего на территории области.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	14
1. Литетарурный обзор	18
1.1 Мониторинг радиационной обстановки	18
1.2 Дозовая нагрузка на население.....	22
2. Системы обеспечения безопасности объектов атомной энергетики и ядерно и радиационно опасных объектов	26
2.1 Системы мониторинга, используемые за рубежом	27
2.2.Структура единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки.....	30
3. Методы наблюдения и контроля радиационной обстановки на территории Томской области	33
3.1 Методы отбора, хранения и консервации проб для определения показателей радиационной безопасности	33
3.2 Методы, применяемые при анализе проб	33
4. Анализ данных, полученных при мониторинге окружающей среды.....	36
4.1 Анализ сточных вод на наличие радионуклидов	36
4.2 Анализ атмосферного воздуха.....	37
4.3 Анализ современной системы информирования об изменении радиационной обстановки	49
5. Оценка рисков возникновения онкологических заболеваний для населения, проживающего на территории области (города).....	55
6. Социальная ответственность	59
6.1 Производственная безопасность	59
6.2 Экологическая безопасность	77

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	78
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	79
7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	81
7.1 Предпроектный анализ	81
7.2 Планирование работ	84
7.3 Определение трудоемкости выполнения работ	85
7.4 Разработка графика проведения научного исследования	86
7.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	91
Заключение	100
Список публикаций	103
Список литературы	104
Приложение 1	108

ВВЕДЕНИЕ

Одной из первой высокотехнологических отраслей является атомная энергетика и промышленность. Обеспечение безопасности – приоритетная задача всех производств [1].

Несмотря на колоссальный ущерб, приносимый ядерными авариями, количество самих аварий относительно не велико. Всего за время развития атомной промышленности произошло около 22 аварий, около половины приходится на СССР и Россию (рис. 1) [2].

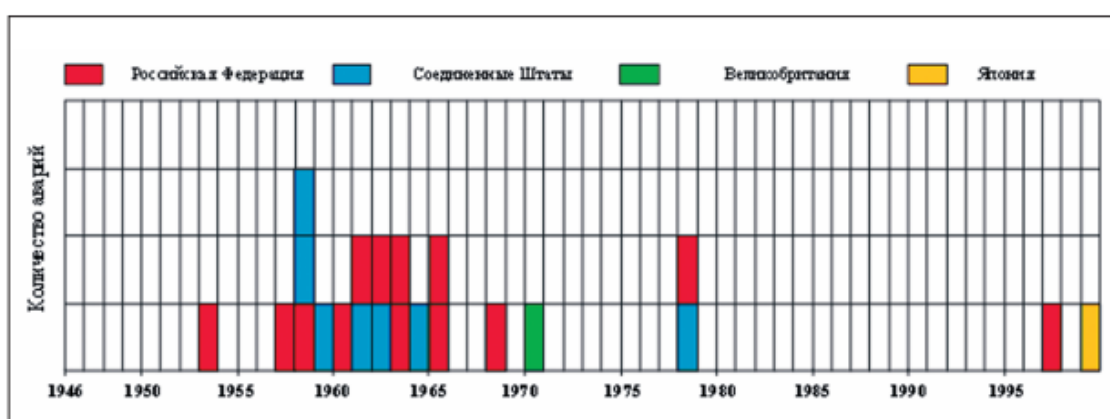


Рисунок 1 – Хронология и количество промышленных ядерных аварий

Самые первые в истории крупные радиационные аварии произошли в ходе наработки ядерных материалов для первых атомных бомб.

Первая радиационная авария в СССР произошла в 1948 году, на комбинате «Маяк». В результате аварии подвергся облучению персонал, а также лица, привлеченные к ликвидации аварии.

Это же производство в 1949 году сбросило огромное количество высокоактивных жидких радиоактивных отходов, что привело к облучению населения (около 30 тысяч человек).

Радиационная авария на производственном объединении (ПО) «Маяк» с выбросом радиоактивных веществ в атмосферу произошла в 1957 году. В ходе анализа, было установлено, что территория, подвергшаяся радиоактивному загрязнению, представляет собой узкую полосу шириной до

20-40 км. Население этих местностей было эвакуировано. Согласно расчетам, радиационная авария может привести в вероятности 289 случаев злокачественных новообразований.

Авария на Чернобыльской АЭС произошла 26 апреля 1986 года. Радиоактивный след, образованный в ходе аварии, распространился на многие государства. Во многих странах наблюдалось превышение допустимых концентраций иода-131 в воздухе. Население, проживающее на загрязненных территориях, было эвакуировано. В результате аварии большое количество ликвидаторов умерло от острой лучевой болезни, количество возникновений у населения ЗНО составляет десятки тысяч.

В 1993 году, в г. Северске на Сибирском химическом комбинате произошел взрыв. При аварийном разрушении аппарата значительная часть радиоактивных веществ поступила в атмосферу через проломы стен и кровли здания [3]. Было загрязнено 3 километра автодороги Томск — Самусь, что потребовало ограничения доступа на этот участок и принятия мер по его очистке, 1946 человек подверглись облучению.

В современном мире последняя тяжелая радиационная авария произошла в Японии в 2011 году. В результате землетрясения, отключилось охлаждение реакторов и ядерное топливо расплавилось реактор. В окружающую среду было выброшено огромное количество радиоактивных веществ.

В результате аварии население Японии подверглось дополнительному облучению. Средняя эффективная доза эвакуированного населения в зависимости от времени нахождения в зоне отчуждения составила 6–10 мЗв за первый год после аварии. Жители префектуры Фукусима получили дозы в среднем ниже 4 мЗв.

По состоянию на 2019 год официально было подтверждено три случая лейкемии, два случая рака щитовидной железы и один случай рака легких, приведший к смерти человека в 2018 году. Эта смерть является первой, отнесённой на счёт аварии [4].

После любых радиационных аварий, особенно таких крупномасштабных, как Чернобыльская, одной и наиболее важной научно-практической задачей является установление доз облучения людей. С одной стороны, оценка текущих и прогнозируемых доз является основой для принятия решения по управлению и обеспечению жизнедеятельности загрязненных территорий, с другой - на величинах индивидуальных и коллективных доз базируются биологический эффект облучения, определяющий состояние здоровья облученной популяции. Одним из наиболее опасных последствий проживания людей на территориях, потенциально подверженных радиоактивному загрязнению, является онкологические заболевания.

В настоящее время на территории России действуют следующие АЭС, радиационно-опасные объекты: Ангарский электролизный химический комбинат (АЭХК), Горно-химический комбинат (ГХК), Машиностроительный завод, Производственное объединение (ПО «Маяк»), Сибирский химический комбинат (СХК), Уральский электрохимический комбинат (УЭХК), Электрохимический завод (ЭХЗ), Электрохимприбор, комбинат, Эльконский горно-металлургический комбинат и т.д.

В связи с такими масштабными загрязнениями, вызванными техногенным радиационным воздействием, возникает необходимость проведения комплекса мероприятий, направленных на предотвращение распространения загрязнения, а также на своевременное реагирование на какие-либо чрезвычайные ситуации на опасных производственных объектах.

Целью данной работы является анализ системы мониторинга радиационной обстановки.

Задачи, поставленные перед началом работы:

1. Рассмотреть законодательную и нормативную документацию в области обеспечения контроля радиационной обстановки.
2. Изучить методы, используемые при контроле радиационной обстановки на территории РФ и Томской области.

3. Провести анализ состояния окружающей среды, согласно полученным данным АСКРО.

4. Дать оценку возможного негативного воздействия на население, вызванного постоянным техногенным радиационным фактором.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Мониторинг радиационной обстановки

Одними из основных направлений реализации государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности, в соответствии с Указом Президента РФ от 13 октября 2018 года № 585 [5], является повышение эффективности мониторинга радиационной обстановки на объектах использования атомной энергии и прилегающих к ним территориях, а также расширение наблюдательной сети за радиоактивным загрязнением окружающей среды, включая инструменты сбора, обработки и анализа информации.

Согласно ст. 31 Федерального закона № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии», на предприятии и прилегающих к нему территории устанавливается санитарно-защитная зона и зона наблюдения. Данные зоны являются контрольными точками, необходимыми для установления влияния деятельности производства на население. В данной области запрещен сбор дикоросов, рыбы и т.п. [6]. В санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения должен осуществляться контроль за радиационной обстановкой.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 10 июля 2014 года № 639 [7] на территории Российской Федерации организована единая государственная система мониторинга радиационной обстановки, действующая в районах размещения объектов использования атомной энергии. Ведение единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации и ее функциональных подсистем осуществляется уполномоченными Правительством Российской Федерации федеральными органами исполнительной власти, а также Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом» согласно ст. 21 Федерального закона № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии».

Сбор, обработка, хранение, предоставление и распространение информации о радиационной обстановке, содержащейся в ЕГАСМРО и ее функциональных подсистемах, осуществляются в соответствии с Приказом Минприроды России от 06.12.2016 г №638 [8].

Контроль радиационной обстановки необходим для отслеживания изменения радиационных параметров окружающей среды, оценки ее состояния, оценки воздействия на население радиационного фактора, а также прогнозирования изменения состояния окружающей среды. Осуществление контроля позволит снизить возможность негативных последствий реализации чрезвычайной ситуации.

Большая часть радиационного облучения населения вызвана естественными радионуклидами в обычных условиях. Естественная радиация обусловлена, прежде всего, земной радиоактивностью. Классическим примером необходимости мониторинга естественной радиации является помощь в разведке полезных ископаемых. Фоновая радиация представляет собой естественную радиацию, включающую в себя радиоактивность Земли и космическое излучение [9].

По мере развития атомной промышленности растет интерес к радиационному техногенному облучению человека, поэтому требуется систематический радиационный мониторинг окружающей среды. Такой мониторинг особенно важен для обеспечения радиологической безопасности жителей вблизи ядерных установок [10].

1.1.1 Цели и задачи контроля радиационной обстановки

Одним из видов загрязнения окружающей среды является радиоактивное загрязнение. Оно возникает от естественных источников, таких как: космическое излучение, солнечная радиация, так и от строительных материалов, медицинского облучения, радона в приземном слое, выбросов радиоактивных веществ, образующихся при эксплуатации производств.

В связи с этим, существуют законодательные и нормативные документы, регламентирующие радиационную безопасность человека и окружающей среды на различных территориях и объектах.

На радиационно опасных объектах контроль радиационной обстановки является приоритетной задачей в области обеспечения безопасности. Данная процедура направлена на защиту здоровья населения от возможного негативного воздействия вредного фактора.

Выполнение контроля радиационной обстановки включает в себя радиометрический и дозиметрический контроль.

В процессе нормальной работы, а также при реализации чрезвычайной ситуации на радиационно опасном объекте, радиационная обстановка характеризуется совокупностью радиационных параметров, воздействующих на окружающую среду, персонал и население.

Контроль за состоянием радиационной обстановки проводится не только на территории промплощадки, но и в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения.

В период нормальной, безаварийной работы контроль за состоянием радиационной обстановки проводится для:

1. Контроля за выполнением норм, требований, правил радиационной безопасности радиационно опасного объекта.
2. Фиксацией выходных контролируемых радиационных значений.
3. Своевременного реагирования на признаки развития радиационной аварии.
4. Оценки воздействия деятельности производства на окружающую среду, персонал, население.

В связи с поставленными целями имеется необходимость решения следующих задач:

1. Установление приемлемости полученных радиационных показателей.

2. Постоянная фиксация полученных данных системы АСКРО и показателей, полученных при других видах мониторинга.
3. Оперативное реагирование и сигнализация в соответствующие структуры о превышении значений контролируемых параметров.
4. Выяснение причин ухудшения состояния радиационной обстановки.
5. Разработка мероприятий, направленных на уменьшение воздействия деятельности предприятия, на улучшение состояния окружающей среды [16].

1.1.2 Организация и объем контроля радиационной обстановки

Основным направлением в обеспечении радиационной безопасности является радиационный контроль. Данный вид контроля должен отвечать всем требованиям, изложенным в ОСПОРБ-99 [17].

Согласно данному нормативному документу, контроль должен обладать следующими принципами:

Обоснование. Применяется еще на стадии проектирования радиационно опасного объекта, при проектировании новых источников ионизирующего излучения. Принцип относится к защитным мерам, направленным на уменьшение дозовой нагрузки.

Оптимизация. Реализация данного принципа предусматривает реализацию комплекса мероприятий, направленных на установление и поддержания стабильного и максимально низкого значения доз облучения.

Нормирования. Любая деятельность с источниками ионизирующего излучения должна фиксироваться. При этом, ведется постоянный учет и контроль образования радиоактивных веществ и отходов. В связи с этим установлены предельные дозы, предельные активности радионуклидов.

Объекты с техногенными источниками ионизирующего излучения проводят анализ по определению объема контроля радиационной обстановки. Он включает перечень необходимых видов контроля,

используемой радиометрической и дозиметрической аппаратуры, периодичность и точки контроля исследуемых параметров [16].

Контроль радиационной обстановки должен охватывать производственные помещения, территории организации в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения [16].

1.2 Дозовая нагрузка на население

Общая, получаемая населением, доза состоит из доз, получаемых от прошлой деятельности производства, получаемых после реализации аварии на радиационно опасном объекте, а так же глобальных радиоактивных выпадений в результате атмосферных ядерных испытаний.

Оценка доз является чрезвычайно сложной научной задачей, в результате которой произошло радиоактивное загрязнение больших территорий. Одним из наиболее опасных последствий проживания людей на территориях, потенциально подверженных радиоактивному загрязнению, является онкологические заболевания.

Рассмотрим данные о количествах злокачественных образований в различных областях и средней мощностью облучения (табл. 1).

Таблица – 1 Сводная таблица количества ЗНО и МЭД в отдельных регионах

Регион	Кол-во ЗНО на 100 тыс. чел (за 2018 год) [11]	МЭД, мкР/ч [12]
Ульяновская область	394,6	13
Челябинская область	490,7	12,5
Томская область	469,8	8,5
Красноярский край	487,1	12
Ленинградская область	342,0	15
Иркутская область	515,5	15
Курская область	527,2	10
Воронежская область	468,3	10
Саратовская область	468,4	8
Тверская область	514,6	9

Регион	Кол-во ЗНО на 100 тыс. чел (за 2018 год) [11]	МЭД, мкР/ч [12]
Смоленская область	499,2	11
Свердловская область	444,9	9
Калужская область	585,5	Данные отсутствуют
Москва	394,3	Данные отсутствуют
Республика Алтай	319,5	Данные отсутствуют
Республика Хакасия	473,2	Данные отсутствуют
Средний показатель в РФ	438,5	Данные отсутствуют

Как видно из таблицы, в регионах с наличием радиационно-опасных объектов не прослеживается связь влияния постоянного техногенного облучения с количеством заболеваний. В некоторых регионах количество злокачественных образований меньше среднего показателя по стране.

Наибольшее значение заболеваемости отмечено в Калужской, Курской, Тверской областях. Это может быть вызвано последствиями Чернобыльской аварии, а именно направлением следа радиоактивного загрязнения.

Рассмотрим статистику (табл. 2) по количеству заболеваний в Челябинской области, где случилось наибольшее количество радиационных аварий и инцидентов.

Таблица – 2 Статистика количества ЗНО в Челябинской области

Год	Кол-во ЗНО на 100 тыс.
2007	418,38
2008	413,76
2009	415,02
2010	425,73
2011	428,2
2012	424,1
2013	419,9
2014	426,0
2015	478,8
2016	450,0

2017	481,8
------	-------

По представленным результатам невозможно рассмотреть влияние аварий на количество онкологических заболеваний среди населения.

Природное облучение населения Томской области вызвано в основном от следующих источников:

1. Космический компонент,
2. Внутреннее облучение за счет содержания природных и техногенных (цезия-137 и стронция-90) радионуклидов в питьевой воде
3. В пищевых продуктах, а также калия-40.

Основной вклад в полную дозу облучения населения Томской области вносят природные (в 2017 году – 82,30%) и медицинские (17,32%). Эти показатели существенно не отличаются от средних значений в Российской Федерации в целом [13]. Структура коллективных доз облучения населения Томской области представлена на рис. 2.

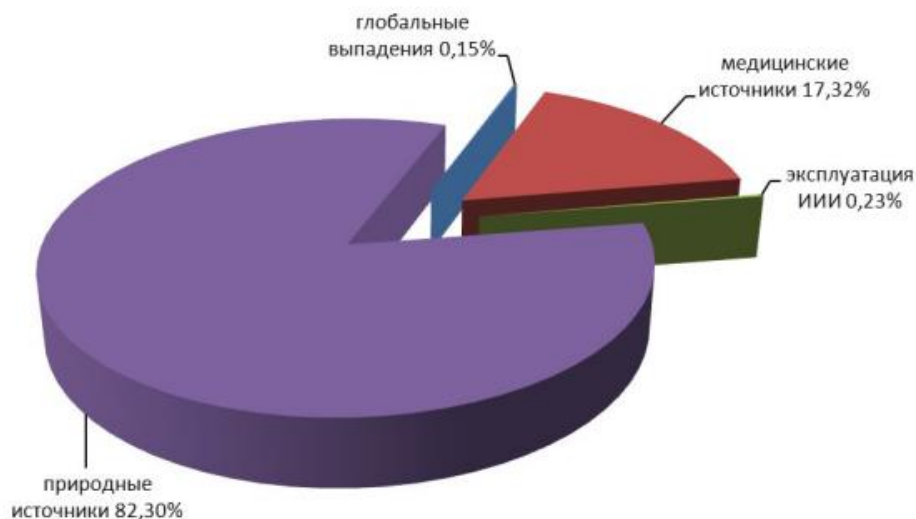


Рисунок 2 – Процентный вклад различных источников ионизирующего излучения в среднюю суммарную дозу облучения жителей Томской области в 2017 году

В настоящее время известно, что в районах радиоактивного загрязнения после аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) среди населения наблюдается увеличение:

1. Смертности, преждевременного старения

2. Частоты пороков развития, лейкозов, рака, катаракты
3. Числа заболеваний со стороны различных систем
4. Частоты патологии родов и новорожденных, задержка физического и нервно-психического развития [14].

В последние несколько десятилетий при рассмотрении малых доз риска рак считают основным эффектом. Хорошо выявлены два основных вида эффектов. Первый возникает в соматических клетках и может в результате вызвать появление рака у облученного лица; второй возникает в клетках зародышевой ткани половых желез и может привести к наследуемым нарушениям у потомства облученных [15].

Таким образом, для обеспечения безопасности населения от негативного влияния ионизирующего облучения необходимо выполнять комплекс мероприятий, направленных на уменьшение действия данного фактора, а также выполнять процедуры по контролю необходимых параметров (выполнять мониторинг радиационной обстановки).

2. СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И ЯДЕРНО И РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Согласно [1], эффективное выполнение функции обеспечения радиационной безопасности осуществляется специализированными структурами.

В целях обеспечения мониторинга и контроля радиационной обстановки созданы следующие, наиболее значимые, системы:

1. Система по лицензированию деятельности производственного объекта, контролю и учету РВ и РАО. Система государственной отчетности по ООС позволяет дать обобщенные показатели воздействия предприятий отрасли на окружающую среду, исходя из валовых сбросов и выбросов радионуклидов и вредных химических веществ [1].

2. Система автоматизированного контроля радиационной обстановки. Система непрерывно фиксирует радиационную обстановку на территории промплощадки, а также на территории СЗЗ и ЗН.

3. Аварийно-спасательная служба – служба по предупреждению и ликвидации последствий реализации чрезвычайной ситуации на радиационно опасном объекте. Наряду с АСКРО, используют мобильные средства радиационного мониторинга, позволяющие производить оперативное измерение или оценку концентрации радионуклидов в воздухе, поверхностного альфа- или бета-загрязнения, изотопного состава основных дозообразующих нуклидов в случае чрезвычайной ситуации.

4. Служба обеспечения экологической безопасности. Открытость и доступность информации о радиационной обстановке в стране является приоритетом всех предприятий ядерного цикла. В связи с этим, в Госкорпорации «Росатом» осуществляется деятельность по системному анализу экологической безопасности отрасли и его информированию для

населения. На материалах отчетов предприятий отрасли строятся годовые экологические отчеты как по регионам, так и по всей территории страны.

2.1 Системы мониторинга, используемые за рубежом

Во многих странах имеются объекты ядерного цикла, что в свою очередь делает обязательным наличие системы, выполняющей контроль радиационной обстановки окружающей среды. Существуют разные подходы к организации и контролю мониторинга.

Согласно Рекомендациям 2000/473/Евроатом каждое государство-член Совета государств Балтийского моря (СГБМ) должно установить систему непрерывного радиационного контроля мощности дозы гамма-излучения в воздухе в режиме реального времени, периодически сообщать о результатах контроля в Европейскую радиологическую платформу обмена данных (EURDEP), создать представительную сеть контроля.

США

В США имеется система мониторинга окружающей среды (ERAMS). Она представляет собой сеть станций мониторинга радиационной обстановки, которые собирают данные проб воздуха, осадков, питьевой воды. Сеть RadNet, аналогичная АСКРО, предназначена для отслеживания в реальном времени выбросы окружающую среду в результате ядерных аварийных ситуаций и для предоставления базовых данных в обычных условиях [18].

Финляндия

Система радиационного контроля состоит из 290 станций, равномерно расположенных по всей территории страны. Результаты измерений записываются в Национальный банк данных. Эта информация доступна органам власти в режиме реального времени. Автоматизированная система также получает информацию от других скандинавских стран и более чем от 20 станций, расположенных в районе Ленинградской АЭС [19].

Болгария

Национальная автоматизированная система для непрерывного контроля гамма-фона эксплуатируется с 1997 г. Помимо центров управления и реагирования система включает 26 локальных контрольных станций. В 2001 г. объединена с автоматизированной информационной системой контроля окружающей среды АЭС «Козлодуй» (8 станций). В 2008 г. дополнена еще одной контрольной станцией и на сегодняшний день включает 35 станций мониторинга, охватывая всю страну [20].

Великобритания

Национальная сеть радиационного мониторинга и аварийного регулирования (RIMNET) введена в эксплуатацию в 1988 г. для отслеживания влияния на страну зарубежных ядерных происшествий. RIMNET состоит из 94 постов по всей стране (с наибольшей концентрацией в прибрежных районах), которые автоматически круглосуточно измеряют и анализируют уровень мощности дозы гамма-излучения в атмосферном воздухе. Все полученные, а также справочные данные хранятся в Национальной ядерной базе данных (UK National Nuclear Database) [21].

Бельгия

Эксплуатируемая здесь автоматизированная система измерения радиоактивности и оповещения TELERAD представляет собой сеть из 212 измерительных постов, расположенных по всей территории страны, находящихся между собой на расстоянии 20 км, а также дополнительных станций городов, близ которых расположены АЭС. Кроме того, функционируют 4 кольца из 62 постов вокруг атомных электростанций Mol, Fleurus, Tichange и Doel. Используемые вокруг АЭС спектрометрические системы автоматически определяют искусственные радиоактивные изотопы. TELERAD дополнена 10- и 30-метровыми метеорологическими мачтами и рядом мобильных измерительных станций. На сайте <http://telerad.fgov.be> можно получить информацию о расположении точек контроля, величинах эквивалентных доз по постам, измеренных с периодичностью в 1 ч [22].

Республика Беларусь

Беларусь эксплуатирует автоматизированные системы контроля радиационной обстановки в зонах наблюдения АЭС сопредельных государств. Они обеспечивают контроль радиационной обстановки (мощности дозы гамма-излучения) в 100-километровых зонах Чернобыльской (7 постов), Смоленской (3 поста), Ровенской АЭС и в 30-километровой зоне Игналинской АЭС (9 постов), а также передачу данных в пункты контроля и центры реагирования. Аппаратно-программный комплекс системы представляет собой сеть из автоматических пунктов измерения, локальных центров реагирования, региональных центров реагирования и Национального центра реагирования. Кроме того, Департамент по гидрометеорологии Республики Беларусь и Росгидромет совместно эксплуатируют автоматизированную систему программных комплексов RECASS NT. Она используется для анализа и прогноза ситуации в случае аварии на радиационно-опасных объектах, обеспечивает в режиме реального времени прием и анализ (в том числе и подготовку карт загрязненных территорий) радиационных и метеорологических данных [23].

Япония

В стране создана компьютеризированная система для автоматического определения доз и оперативного прогнозирования радиационной ситуации, которая используется также для наблюдения метеоусловий в районах расположения радиационно-опасных предприятий, расчетов показателей радиационной ситуации и их графического представления. Система охватывает 19 префектур и состоит из 217 постов [24]. На сайте <http://www.bousai.ne.jp/eng/index.html> пользователь может получить информацию (дата, время, доза, направление и скорость ветра, количество осадков) по каждому посту за последние 6 месяцев с периодичностью в 10 мин [25].

Приведенный обзор опыта организации и функционирования автоматизированных систем радиационного контроля в некоторых странах мира позволяет сделать вывод, что современный уровень обеспечения

безопасности, информирования и доступности данных находится на высокой уровне. Опыт использования систем различными государствами позволяет выявлять недостатки и преимущества использования той или иной системы, а также совершенствовать уже имеющиеся.

2.2. Структура единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки

Единая государственная система мониторинга радиационной обстановки содержит информацию о радиационной обстановке на территории РФ.

Мероприятия и процедуры по сбору, хранению, предоставлению и распространению данных возлагаются на федеральную службу по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) и на Госкорпорацию по атомной энергии "Росатом".

ЕГАСМРО выполняет следующие задачи:

- получение и постоянный анализ результатов наблюдений за радиационной обстановкой на территории Российской Федерации (в том числе в атмосферном воздухе, поверхностных водах, почве);
- оперативное выявление фактов ухудшения радиационной обстановки;
- выявление тенденций изменения радиационной обстановки;
- идентификация источников ухудшения радиационной обстановки с установлением его характера;
- оперативные анализ и прогноз радиационной обстановки на территории Российской Федерации в случае возникновения или угрозы возникновения аварийной ситуации радиационного характера;
- выработка рекомендаций по снижению опасных воздействий радиоактивного загрязнения на территории Российской Федерации и преодолению последствий ядерных и радиационных аварий;

- подготовка и незамедлительное предоставление информации о радиационной обстановке на территории Российской Федерации;
- информационная поддержка при выполнении международных обязательств Российской Федерации по предоставлению информации о радиационной обстановке и (или) обмену информацией о радиационной обстановке.

Участники информационного взаимодействия представлены главным информационно-аналитическим центром (далее - ГИАЦ) ЕГАСМРО, региональными информационно-аналитическими центрами (далее - РИАЦ) ЕГАСМРО и информационно-аналитическими центрами ведомственных подсистем мониторинга радиационной обстановки федеральных органов исполнительной власти и Госкорпорации "Росатом" (далее - ВИАЦ) ЕГАСМРО.

РИАЦ ЕГАСМРО создаются на базе территориальных органов и подведомственных организаций Росгидромета.

ВИАЦ ЕГАСМРО организуются федеральными органами исполнительной власти и Госкорпорацией "Росатом", осуществляющими государственное управление использованием атомной энергии, и функционируют в составе ведомственных подсистем ЕГАСМРО.

Процедура сбора информации в ЕГАСМРО должна обеспечивать необходимый уровень оперативности, полноты и достоверности данных о радиационной обстановке на территории Российской Федерации для своевременного предупреждения возможных негативных последствий радиационного воздействия для населения и окружающей среды.

Основными видами данных и информации, подлежащих сбору в ЕГАСМРО, являются:

- данные, поступающие с автоматизированных постов контроля радиационной обстановки;
- результаты измерений радиоактивного загрязнения компонентов окружающей среды;

- данные о возможных или реальных источниках поступления радиоактивных веществ в окружающую среду, включающие имеющиеся данные о характере, видах и объеме таких поступлений;
- обобщенные данные о радиационной обстановке на территории Российской Федерации;
- отчеты по оценке изменения состояния окружающей среды, вызванных воздействием источниками ионизирующего излучения [26].

Схема структуры предоставления данных о радиационном мониторинге предоставлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Структура единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки

3. МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЯ И КОНТРОЛЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

3.1 Методы отбора, хранения и консервации проб для определения показателей радиационной безопасности

Водные пробы

Отбор проб для проведения химического и радиометрического анализа осуществляется в точках контроля радиационной обстановки. Отбор проб осуществляется в чистую пластиковую тару. Перед непосредственным отбором проб тару ополаскивают исследуемой водой, затем набирают полный объем. Оформляется паспорт пробы, фиксирующий номер пробы, место и время отбора, при необходимости метеорологические условия и фамилия пробоотборщика [27].

Почвенные пробы

Точечные пробы отбираются с участка методом конверта. Объединенную пробу перемешивают и регистрируют в паспорте пробы. Пробы почвы, предназначенные для определения летучих и химически нестойких веществ, доставляют в лабораторию и сразу анализируют [28].

Пробы атмосферного воздуха

Для определения суммарной альфа- и бета- активности отбор контрольных проб атмосферного воздуха осуществляется стационарной установкой поста путем принудительной прокачки воздуха через фильтр полатной Петрянова (фильтр ФПП). Фильтры нумеруются, оформляется паспорт пробы.

3.2 Методы, применяемые при анализе проб

Водные пробы

В основном, при анализе водных образцов используют метод гамма-спектроскопии. Спектрометры рентгеновского и гамма-излучения DSpec (далее спектрометры DSpec) предназначены для измерения энергий испускаемых радионуклидами фотонов рентгеновского или гамма излучения, а также активности (удельной, объемной) гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах (при наличии соответствующих методик выполнения измерений).

Также, определение суммарной альфа- и бета- активности воды возможно с помощью метода осаждения. Он заключается в следующем: водные образцы смешивают с азотной кислотой и выпаривают до образования сухого остатка, затем его прокаливают при температуре 300-400 градусов, а после измеряют суммарную активность [30].

Почвенные образцы

Определение суммарной активности и активности отдельных нуклидов в почве определяется следующим образом: почвенные образцы, в зависимости от состава, переводят в жидкую фазу, а затем проводят анализ согласно методике определения активностей водных образцов.

Атмосферный воздух

Для проведения радиометрических измерений фильтрующую ткань отделяют от марли, аккуратно складывают конвертом загрязнённой поверхностью внутрь, не допуская образования воздушных пузырей, помещают в фарфоровый тигель и в течение трех-четырех часов обугливают на электроплите, не допуская воспламенения. Далее обугленные фильтры в тиглях помещают в электропечь и озоляют при температуре 400-500 °С в течение 5 часов.

В зольных остатках накопленных за месяц проб проводят измерения активности суммы альфа- и бета-излучающих радионуклидов.

Далее из золы методом квартования отбирают навески массой 5-10 г для определения содержания радионуклида стронций -90.

Метод квартования заключается в следующем: на лист фильтровальной бумаги пробу высыпают так, чтобы получился конус, который прижимают сверху. Через центр проводят шпателем две взаимно перпендикулярные линии, которыми круг делят на четыре части (квартование). Содержимое двух противоположных частей убирают, а две другие соединяют вместе, после чего подвергают повторно выше описанной операции. Такое сокращение пробы квартованием проводят до тех пор, пока $\frac{1}{4}$ часть круга не будет составлять массу навески для проведения анализа.

Для анализа радиационной обстановки осуществлена автоматическая система контроля (мониторинга атмосферного воздуха). Данная система позволяет в режиме реального времени отслеживать значения мощности экспозиционной дозы на территории радиационно опасного объекта, а также в санитарно-защитной зоне (СЗЗ) и зоне наблюдения (ЗН) и прилегающих территориях.

4. АНАЛИЗ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Как упоминалось выше, мониторинг радиационной обстановки проводится на территории предприятия, в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения. СЗЗ АО «СХК» имеет радиус около 2,5 км, а радиус ЗН составляет 15–30 км.

4.1 Анализ сточных вод на наличие радионуклидов

Измерения объемной активности радионуклидов выполняют гамма-спектрометрическим методом. Метод основан на регистрации гамма-квантов в энергетическом диапазоне от 100 кэВ до 1500 кэВ с использованием спектрометрического комплекса, в состав которого входит полупроводниковый гамма-тракт, состоящий из полупроводникового детектора (ППД) гамма-излучения на основе кристалла из особо чистого германия.

В методе реализован принцип преобразования энергии заряженных частиц или квантов ионизирующего излучения в электрический сигнал.

Результаты обработки полученных данных

Удаление сточных вод АО «СХК» в реку Томь осуществляется по двум выпускам – «Южному» и «Северному».

Через «Южный» выпуск сброс сточных вод АО «СХК» осуществляется в основное русло реки Томь. Через «Северный» выпуск сброс сточных вод производится по водоотводному каналу, обустроенному в бывшем русле ручья «Ромашка», в Чернильщиковскую протоку реки Томь.

В качестве критериев оценки степени загрязнения сточных вод радионуклидами приняты уровни вмешательства (УВ) по содержанию отдельных радионуклидов в питьевой воде, установленные НРБ-99/2009.

В сбросах комбината, направляемых в реку Томь через «Северный» выпуск среднегодовая концентрация суммы альфа-активных нуклидов не

превысила установленных контрольных уровней. Среднегодовое значение объемной активности основных дозообразующих альфа-излучающих нуклидов (плутоний-239,240) находится на уровне значений, составляющих $0,68 \times \text{УВ}$ по содержанию данных радионуклидов в питьевой воде.

Контролируемые сумма бета-активных нуклидов, радионуклиды цезий-137 и стронций-90 в сбросах комбината, направляемых в реку Томь, не обнаруживались при соответствующих нижних пределах методов их определения [31].

4.2 Анализ атмосферного воздуха

Среднегодовые значения объемных активностей радионуклидов в приземном слое атмосферного воздуха в СЗЗ и ЗН АО «СХК» находились на уровнях, близких к фоновым [31].

Автоматизированная система контроля радиационной обстановки Томской области (АСКРО ТО) предназначена для ведения непрерывного автоматического контроля радиационной обстановки в Томской области, а также для поддержки принятия управленческих решений в случае возникновения нештатной ситуации на СХК.

На постах АСКРО измеряется мощность дозы внешнего гамма-излучения – мощность экспозиционной дозы (МЭД). Гамма-излучение представляет вид электромагнитного излучения с большой проникающей способностью. В условиях изменяющегося климата, а также с точки зрения внешнего облучения основное значение имеет гамма-излучение. Значения мощности незначительно меняются во времени, что обусловлено протеканием различных явлений в атмосфере. В случае превышения максимально допустимого значения МЭД, посты автоматизированной системы мониторинга зафиксировывают их.

Посты контроля находятся в 24 «ключевых» точках (рис. 4). Это:

1. ПК «Петропавловка».
2. ПК «п. Самусь»

3. ПК «п. Моряковский затон».
4. ПК «Наумовка».
5. ПК «КОС».
6. ПК «Ильменит».
7. ПК «Губино».
8. ПК «Очистные Северск».
9. ПК «САТ».
10. ПК «Администрация Северска».
11. ПК «Парусинка».
12. ПК «ТНХК».
13. ПК «ЕДДС».
14. ПК «Светлый».
15. ПК «Зоркальцево».
16. ПК «АРЗ».
17. ПК «Баранчуковский».
18. ПК «Каштак».
19. ПК «Лазо».
20. ПК «ТЦГМС».
21. ПК «Роспотребнадзор».
22. ПК «Академгородок».
23. ПК «Облкомприрода».
24. ПК «Южная».
25. ПК «Степановка».

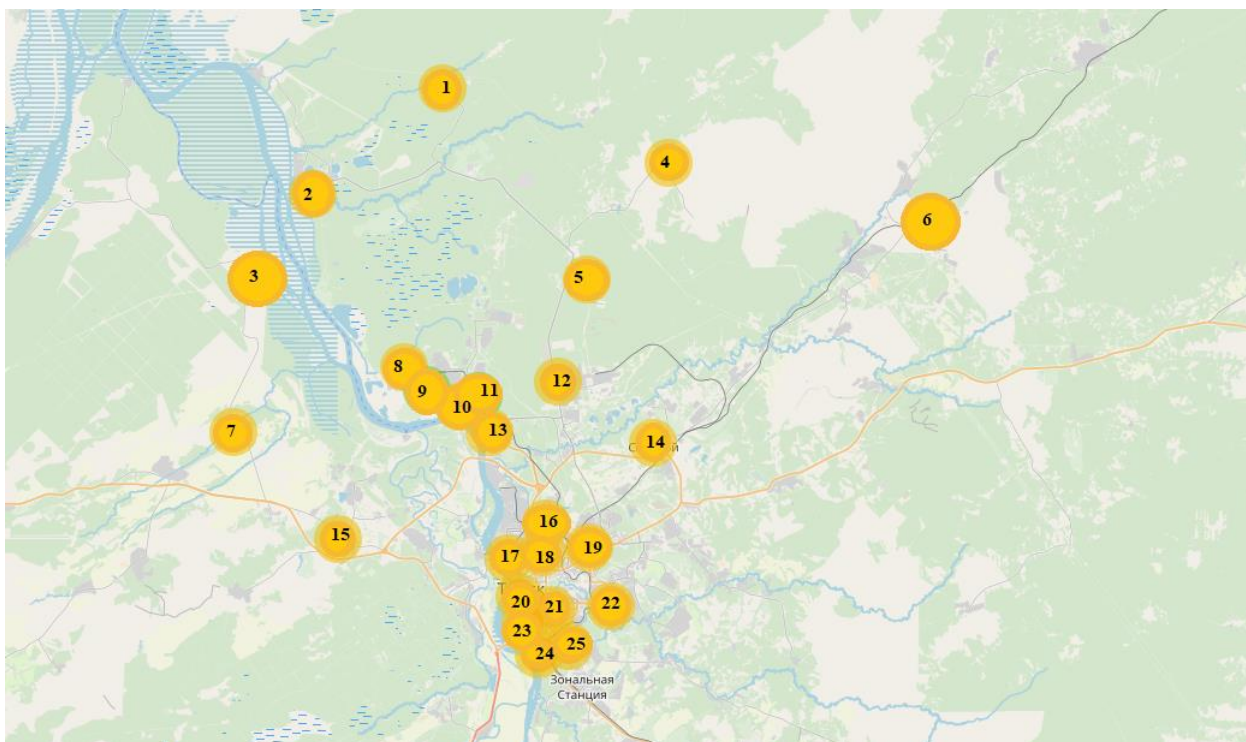


Рис. 4. Карта расположения постов контроля

Рассмотрим некоторые из них, расположенные по возможным направлениям распространения загрязнения.

Пост контроля «ЕДДС», г.Северск

Непосредственный пункт сбора информации о радиационной обстановке, радиационных авариях и происшествиях. Данные результата системы мониторинга представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения МЭД в зависимости от месяца года, ПК «ЕДДС»

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Январь	9,32	юго-восточное
Февраль	9,34	южное
Март	9,33	южное
Апрель	9,37	южное
Май	9,32	юго-западное
Июнь	9,45	западное
Июль	9,44	юго-восточное

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Август	9,50	западное
Сентябрь	9,59	западное
Октябрь	9,65	южное
Ноябрь	9,58	южное
Декабрь	9,52	южное

Пост контроля «Светлый»

Данный пост контроля находится в поселке Светлый, Томской области. Этот район подвержен негативному воздействию со стороны Томского нефтехимического завода, на котором в процессе эксплуатации могут образовываться источники ионизирующего излучения. Измерения МЭД представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Значения МЭД в зависимости от месяца года, ПК «Светлый»

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Январь	10,26	юго-западное
Февраль	10,25	западное
Март	10,43	южное
Апрель	10,85	северное
Май	10,93	южное
Июнь	10,98	западное
Июль	11,01	юго-западное
Август	11,05	юго-западное
Сентябрь	11,14	юго-западное
Октябрь	11,26	южное
Ноябрь	10,99	южное
Декабрь	10,9	южное

Пост контроля «Очистные»

Пост находится в СЗЗ АО «СХК», в месте нахождения очистных сооружений комбината. Данные результата системы мониторинга представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Значения МЭД в зависимости от месяца года, ПК «Очистные»

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Январь	9,87	юго-восточное
Февраль	10,46	южное
Март	10,51	южное
Апрель	9,86	южное
Май	9,84	юго-западное
Июнь	10,01	западное
Июль	10,06	юго-восточное
Август	10,1	западное
Сентябрь	10,08	западное
Октябрь	10,15	южное
Ноябрь	9,95	южное
Декабрь	9,8	южное

Пост контроля «ТНХК»

Находится данный пост контроля в д. Кузовлево, Томской области. На небольшом расстоянии от него находится СХК и ядерный реактор ТПУ. Данные результата системы мониторинга представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Значения МЭД в зависимости от месяца года, ПК «ТНХК»

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Январь	11,38	юго-восточное
Февраль	11,33	южное
Март	10,66	южное
Апрель	11,24	южное
Май	11,36	юго-западное
Июнь	11,46	западное
Июль	11,47	юго-восточное

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Август	11,49	западное
Сентябрь	11,55	западное
Октябрь	11,59	южное
Ноябрь	11,37	южное
Декабрь	11,20	южное

Пост контроля «Зоркальцево»

Пост контроля находится на левом берегу реки Томи, на отдалении от застроек ближайших городов. Данный пост является единственным в юго-западной стороне от химического комбината. Данные результата системы мониторинга представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Значения МЭД в зависимости от месяца года, ПК «Зоркальцево»

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Январь	10,42	южное
Февраль	10,54	южное
Март	10,73	южное
Апрель	11,37	южное
Май	11,35	юго-западное
Июнь	11,44	западное
Июль	11,50	западное
Август	11,52	западное
Сентябрь	11,54	западное
Октябрь	11,49	южное
Ноябрь	11,22	южное
Декабрь	11,02	юго-западное

Пост контроля «Наумовка»

Деревня Наумовка находится в непосредственной близости от Сибирского химического комбината, и в течение многих лет подвергалась радиоактивному заражению. Во время аварии на СХК в 1993 году деревня была в числе наиболее пострадавших от выброса радиоактивных материалов,

население подверглось радиационному воздействию. Данные результата системы мониторинга представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Значения МЭД в зависимости от месяца года, ПК «Наумовка»

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Январь	Данные отсутствуют	южное
Февраль	10,7	южное
Март	10,31	южное
Апрель	11,31	южное
Май	11,49	юго-западное
Июнь	11,53	западное
Июль	11,61	западное
Август	11,74	западное
Сентябрь	11,81	юго-западное
Октябрь	11,94	южное
Ноябрь	11,42	южное
Декабрь	10,99	юго-западное

Пост контроля «п. Самусь»

Так же, как и деревня Наумовка, данная территория была подвержена негативному воздействию во время аварии на СХК. Данные результата системы мониторинга представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Значения МЭД в зависимости от месяца года, ПК «п. Самусь»

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Январь	10,42	южное
Февраль	9,53	южное
Март	10,54	южное
Апрель	11,11	южное
Май	11,15	юго-западное
Июнь	11,22	западное
Июль	11,24	западное
Август	11,25	западное

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Сентябрь	11,29	северное
Октябрь	11,4	юго-западное
Ноябрь	11,19	южное
Декабрь	10,82	юго-западное

Пост контроля «Петропавловка»

Данные отображены в таблице 10.

Таблица 10 – Значения МЭД в зависимости от месяца года, ПК «Петропавловка»

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Январь	Данные отсутствуют	южное
Февраль	Данные отсутствуют	южное
Март	10,8	южное
Апрель	10,67	южное
Май	11,85	юго-западное
Июнь	11,71	западное
Июль	8,57	западное
Август	6,74	северное
Сентябрь	11,42	юго-западное
Октябрь	11,44	южное
Ноябрь	11,04	южное
Декабрь	10,96	южное

Пост контроля «Моряковский затон»

Данные мощности экспозиционной дозы приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Значения МЭД в зависимости от месяца года, ПК «Моряковский затон»

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Январь	8,16	южное
Февраль	8,27	южное
Март	8,34	южное
Апрель	8,47	южное

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Май	8,47	юго-западное
Июнь	8,55	западное
Июль	8,57	западное
Август	8,56	западное
Сентябрь	8,68	западное
Октябрь	8,74	юго-западное
Ноябрь	8,74	южное
Декабрь	8,44	южное

Пост контроля «Ильменит»

АО «ТГОК «Ильменит» ведёт добычу и обогащение ильменит-цирконовых песков Туганского месторождения, данные представлены в табл.12 .

Таблица 12 – Значения МЭД в зависимости от месяца года, ПК «Ильменит»

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Январь	Данные отсутствуют	юго-западное
Февраль	Данные отсутствуют	юго-западное
Март	Данные отсутствуют	юго-западное
Апрель	10,12	юго-западное
Май	10,51	юго-западное
Июнь	10,46	южное
Июль	10,68	юго-западное
Август	10,81	северо-восточное
Сентябрь	10,85	юго-западное
Октябрь	10,64	юго-западное
Ноябрь	11,42	юго-западное
Декабрь	10,69	юго-западное

Пост контроля «Губино»

МЭД в данном пункте отсутствуют по многим месяцам, возможно это связано со сложностью тех. обслуживания. Данные МЭД приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Значения МЭД в зависимости от месяца года, ПК «Губино»

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Январь	Данные отсутствуют	южное
Февраль	Данные отсутствуют	южное
Март	Данные отсутствуют	южное
Апрель	Данные отсутствуют	южное
Май	Данные отсутствуют	юго-западное
Июнь	Данные отсутствуют	западное
Июль	Данные отсутствуют	западное
Август	Данные отсутствуют	юго-западное
Сентябрь	Данные отсутствуют	западное
Октябрь	11,08	юго-восточное
Ноябрь	10,70	южное
Декабрь	7,01	южное

Пост контроля «Облкомприрода»

В настоящее время АСКРО находится в ведении Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области. Облкомприрода имеет отдел мониторинга радиационной обстановки, созданный с целью обеспечения достоверной информацией о радиационной обстановке и состоянии объектов окружающей среды в г.Томске и Томской области. Данные с поста представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Значения МЭД в зависимости от месяца года, ПК «Облкомприрода»

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Январь	9,70	южное
Февраль	9,74	южное
Март	9,99	южное

Месяц, 2019 г.	МЭД, мкР/ч [32]	Преобладающее направление розы ветров
Апрель	10,37	южное
Май	10,37	юго-западное
Июнь	10,50	западное
Июль	10,50	западное
Август	10,55	юго-западное
Сентябрь	10,60	западное
Октябрь	10,67	юго-западное
Ноябрь	10,50	южное
Декабрь	10,30	юго-западное

Документом, нормируемым значения МЭД, является «ОСПОРБ-99/2010». Согласно данному документу, значения дозы гама-излучения не должно превышать 30 мкР/час.

На территории Томской области значения МЭД находятся в диапазоне от 8 до 12 мкР/час.

Наиболее распространенным экспресс методом определения радиационной обстановки является количественное измерение МЭД, плотности потока альфа- и бета-частиц. Данный метод позволяет в короткие сроки получить необходимую информацию прямо на месте исследования, примером реализации данного метода является мониторинг с применением спецмашины, оборудованной мобильной системой радиационной разведки.

Во время всего пути в машине ведутся постоянные измерения МЭД гамма-излучения. Полученные данные были обработаны в программе Excel (рисунок 5).

Дата	Время	Координаты	МЭД, мкЗв/ч
13.07.2017	8:48:22	56.61065417 84.85127917	0,04
13.07.2017	8:57:23	56.60980750 84.85173167	0,03
13.07.2017	9:07:22	56.59578167 84.94264000	0,03
13.07.2017	9:16:11	56.57064333 85.00530250	0,02
13.07.2017	9:21:29	56.55407750 84.96311417	0,03
13.07.2017	9:25:34	56.57055750 84.90736917	0,01
13.07.2017	9:31:47	56.54346667 84.83883917	0,04
13.07.2017	9:40:10	56.53444000 84.80257000	0,03
13.07.2017	9:49:45	56.55732333 84.77324250	0,02
13.07.2017	9:54:14	56.55436583 84.75688500	0,04
13.07.2017	9:59:50	56.54977417 84.75381750	0,03
13.07.2017	10:45:14	56.53002583 84.75859750	0,03
13.07.2017	10:47:18	56.51768833 84.75581167	0,04
13.07.2017	10:50:38	56.51874417 84.80344833	0,02
13.07.2017	10:56:00	56.55554250 84.87754917	0,03
13.07.2017	10:58:03	56.57070917 84.90421667	0,01
13.07.2017	11:02:13	56.55766833 84.97031417	0,03

Рисунок 5 – Данные, полученные при мониторинге

С помощью программы Gmap_Scan был проложен маршрут в виде точек на карте. Данная картограмма представлена ниже (рис. 6). Среднее значение МЭД гамма-излучения составило 0,028 мкЗв/ч (без учета экранирования корпуса автомобиля), максимальное значение составило 0,04 мкЗв/ч.

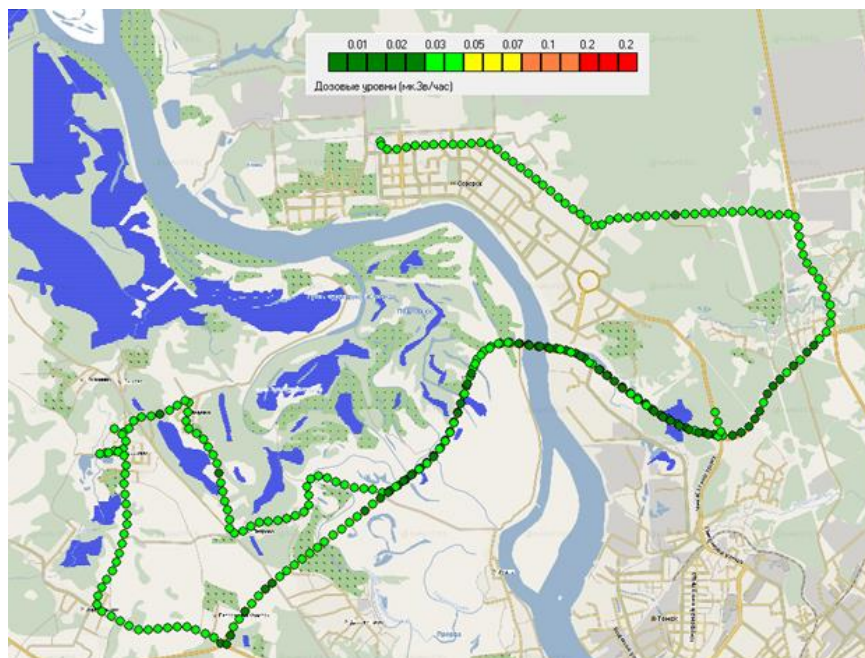


Рисунок 6 – Картограмма МЭД

Анализ картограммы показывает, что участки, на которых значения МЭД гамма-излучения отличаются от минимальных значений, на местности соответствуют территориям деревень. Значения МЭД гамма-излучения, отличные от минимальных, обусловлены строительным материалом домов (наличие радионуклидов в строительных материалах).

4.3 Анализ современной системы информирования об изменении радиационной обстановки

В г. Томске имеется один радиационный объект – исследовательский ядерный реактор, в г. Северске осуществляется свою деятельность Сибирский химический комбинат. Пункт захоронения жидких радиоактивных отходов также находится в г. Северске.

В связи с большим количеством радиационно– опасных объектов, на территории Томской области находится как ВИАЦ, так и РИАЦ.

В состав ВИАЦ, согласно данным представленным <http://www.russianatom.ru/>, входит 9 автоматизированных постов контроля радиационной обстановки (рис.7). В состав РИАЦ, согласно данным <http://askro.green.tsu.ru/>, входит 24 поста контроля (рис.4).

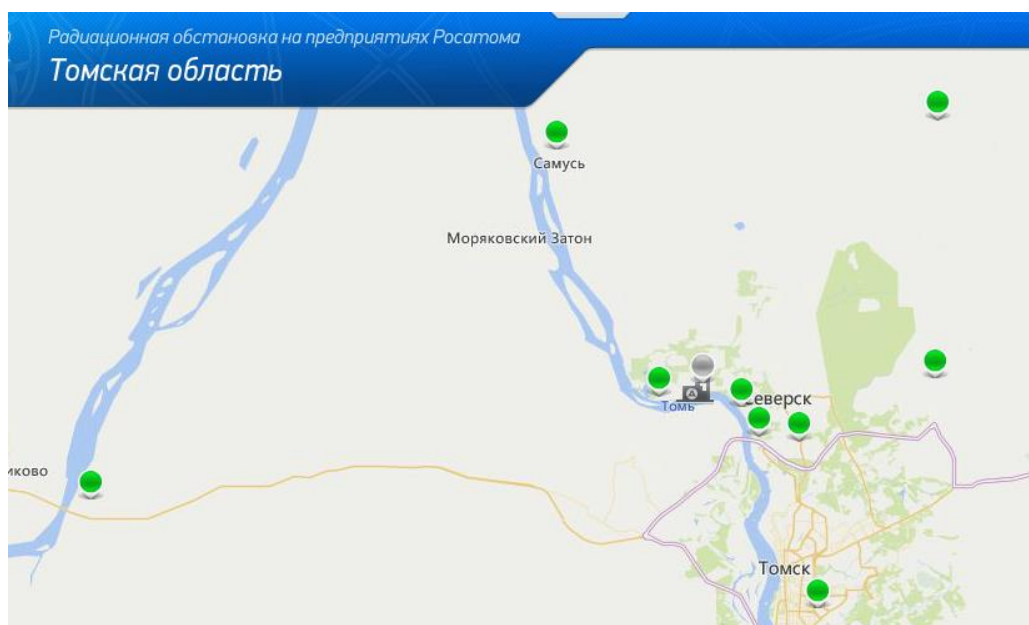


Рисунок 7 – Расположение постов контроля, представленных в ВИАЦ

В ЕГАСМРО на территории Томской области предоставлен только один пост, в д. Бурундук, находящийся на отдалении от г. Томска и г. Северска (рис.8). Система не отображает точных значений МЭД, а лишь их диапазон.

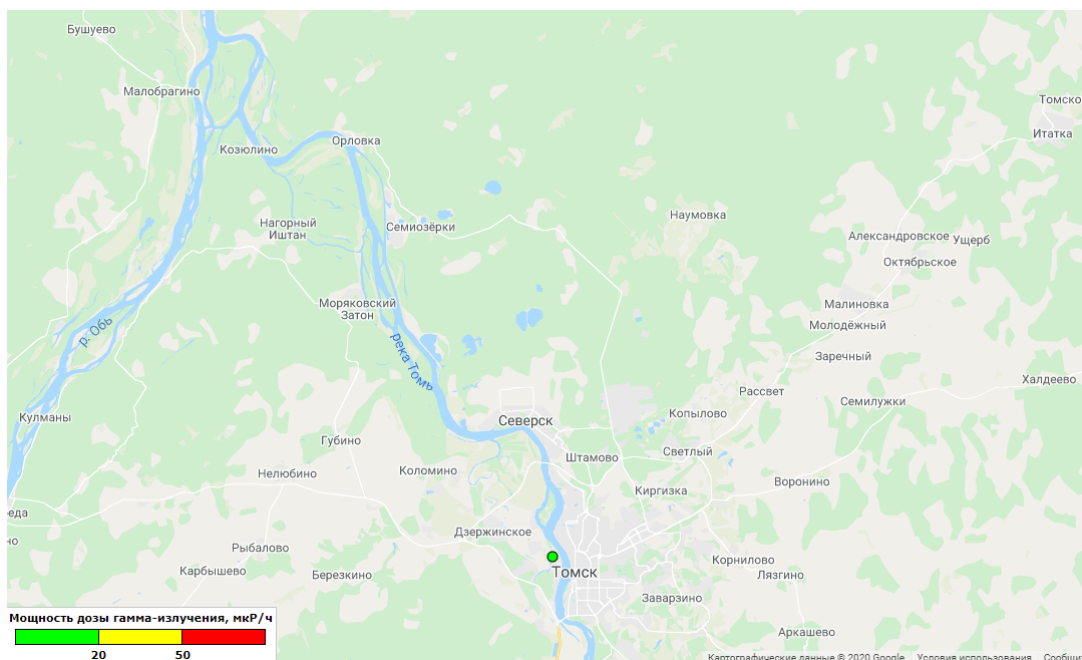


Рисунок 8 – Карта расположения постов контроля, представленных в ЕГАСМРО

4.3.1 Недостатки системы информирования об изменении радиационной обстановки

Проведя анализ данных информационных систем, можно прийти к выводу, что в системе мониторинга радиационной обстановки отсутствует единая система предоставления и обработки данных. Разница в количествах постов имеет значимые различия. Система РИАЦ охватывает большее количество направлений распространения возможного повышенного радиационного фона. Но, в данной системе часто отсутствуют данные о МЭД, посты контроля периодически теряют связь со спутником.

Система ВИАЦ не имеет возможности отслеживать данные за предыдущие периоды (месяца, годы).

Данные, отображаемые в системе ЕГАСМРО должны полностью воспроизводить данные, представленные в ВИАЦ и РИАЦ, включая весь функционал.

В связи с этим имеется необходимость пересмотреть единую систему предоставления информации о радиационной обстановке, назначить ответственную структуру, которая обрабатывала бы поступающие данные с

постов ВИАЦ и РИАЦ (отображала данные со всех постов, находящихся на территории РФ, с возможностью просмотра архивных данных).

Необходимо организовать дублирование постов систем РИАЦ и ВИАЦ в одном месте для сравнения получаемых данных (выявления неработоспособности датчиков). В случае несоответствия данных, получаемых с постов, необходимо своевременное реагирование и выяснение причин.

Для обеспечения своевременного и корректного информирования об инцидентах, которые не являются аварийными ситуациями, целесообразно внесение изменений в ряд нормативных правовых актов, регламентирующих обмен информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в частности в Порядок сбора и обмена информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, утвержденный постановлением Правительства РФ от 24.03.1977 г. № 334.

В этом смысле положительной является зарубежная практика, примером которой является подход «ситуации неопределенности». Следует отметить, что характеристики систем радиационного контроля, которые предназначены для своевременного обнаружения таких ситуаций, зачастую не позволяют выполнять возложенную на эти системы задачу. Так, например, то оборудование для оперативного мониторинга радиоактивных выбросов, в основу которого положен принцип измерения мощности дозы обладает недостаточной чувствительностью (погрешность выдаваемых результатов около 25 %) для того, чтобы регистрировать повышенные по сравнению с нормальной эксплуатацией, но, тем не менее, еще не аварийные выбросы с превышением исследуемого параметра.

В связи с этим, одним из предложений по оптимизации работы АСКРО является возможность замены датчиков гамма-излучения на более чувствительные, с погрешностью около 10%.

Работа одного поста требует бесперебойной работы линии связи, постоянного обслуживания и прочих технических устройств, финансовые затраты которых очень велики. С другой стороны, увеличение количества постов, а соответственно и датчиков гамма-излучения, увеличит надежность и достоверность информации об уровне радиационного фона. Поэтому, с целью уменьшения затрат встает целесообразный вопрос оптимизации системы – оптимального числа датчиков АСКРО.

4.3.2 Метод определения необходимого и достаточного количества датчиков АСКРО, размещаемых на промплощадке и в СЗЗ

К размещению постов контроля в СЗЗ предъявляют демографические, экономические и экологические требования, которые были перечислены выше. Таким образом, число постов контроля АСКРО играет значительную роль не только как одна из наиболее важных составных частей системы, но и как часть, формирующая стоимость системы в целом. Определение необходимого количества датчиков контроля определяется следующим: радиусом СЗЗ, потенциальной возможной высотой выброса радиоактивной смеси, статистических данных метеоусловий, характерных для данной местности, чувствительности используемых датчиков гамма-излучения [33].

В рамках текущей работы не имеется возможности провести расчет минимального и допустимого количества датчиков постов АСКРО в связи с недостаточностью входных данных.

Проведя анализ расположения постов в настоящее время, можно отметить следующее:

1. Региональной структуре количество постов в г. Томске можно уменьшить, тем самым сократить затраты на обслуживание оборудования.
2. Ведомственной структуре оборудовать систему контроля в юго-западном направлении от АО «СХК» (несмотря на то, что преобладающее направление ветра южное и юго-западное, имеется вероятность и иных направлений, в связи с этим и необходим еще 1

пост контроля) (рис.9). Данное место расположение находится в с. Зоркальцево, имеющего необходимые технические условия.

Остальные посты контроля полностью охватывают все возможные направления распространения потенциальной радиоактивной смеси.

4.3.3 Возможность увеличения постов контроля на территории Томской области

На территории СЗЗ АО «СХК» ведется строительство пункта захоронения радиоактивных отходов (ПЗРО) и БРЕСТ-300 – российский проект реакторов на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем, двухконтурной схемой отвода тепла к турбине и закритическими параметрами пара. Проект реализуется в виде строительства демонстрационного комплекса, состоящего из заводов переработки ОЯТ и фабрики топлива в замкнутом топливном цикле, и экспериментального реактора БРЕСТ-ОД-300. Расположение площадки ПЗРО характеризуется наличием подъездной автодороги и существующих инженерных коммуникаций в непосредственной близости от площадки, возможностью подключения к существующим и проектируемым инженерным системам комбината, что позволит обеспечить безопасное транспортирование РАО и сократить затраты на строительство объекта. Учитывая расположение ПЗРО на территории промплощадки АО «СХК» не требуется получения разрешения на землеотвод из лесных угодий, дополнительное ограждение площадки с организацией физической защиты объекта, строительство энергокоммуникаций и подъездной автодороги с твердым покрытием. Локализация площадки вблизи пунктов хранения жидких радиоактивных отходов (площадки 18 и 18а), которые находятся в ведении ФГУП «НО РАО», позволит обеспечить эксплуатацию площадок 18 и 18а и площадки ПЗРО единой эксплуатирующей организацией - ФГУП «НО РАО».

В связи с небольшой удаленностью размещения данных производственных площадок между собой, имеется необходимость размещения одного дополнительного поста контроля радиационной

обстановки, расположенного в непосредственной близости к объектам контроля (рис. 9). В предлагаемой зоне имеется возможность разместить два дублирующих поста, принадлежащих ведомственной и региональной структуре контроля радиационной обстановки). На рисунке также отмечены границы СЗЗ и ЗН АО «СХК».

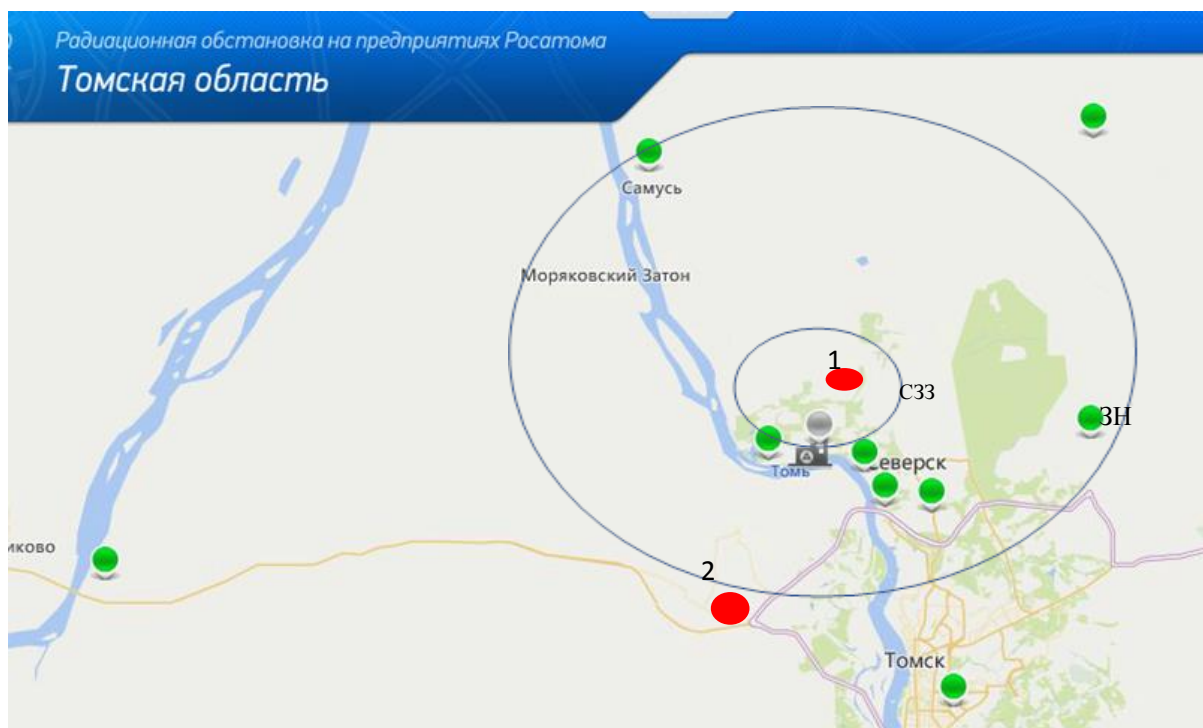


Рисунок 9 – Месторасположение предлагаемых постов контроля (1 –пост для двух структур (с возможностью дублирования данных), 2 – дополнительный пост ведомственной структуры)

5. ОЦЕНКА РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ ОБЛАСТИ (ГОРОДА)

АО «Сибирский химический комбинат» расположен в границах АО «Сибирский химический комбинат» расположен в границах г. Северск Томской области, на расстоянии 10 км от северной окраины города Томска.

В 90-е годы сточные воды комбината содержали большое количество радионуклидов. Далее они поступали в р. Томь, загрязняя и ее. Первые упоминания об этом появились и докладах, а также в ежегодных отчетах Гидрометеослужбы. Мощность экспозиционной дозы (МЭД) в 2005 стала значительно ниже, по сравнению с результатами 2013 года. Так, в месте выпуска значения составляют до 621 мкР/ч, у поста полиции до 168 мкР/ч. Во всех пробах, отобранных из р. Томи в районе коммунального моста (г. Томск), техногенных радиоактивных веществ не обнаружено [34].

В последующие годы, после остановки реактора, экологическая обстановка улучшается с каждым годом благодаря самоочищению природы и распаду радиоактивных элементов.

Благодаря действующей системе мониторинга радиационной обстановки и соответствующих мер, направленных на уменьшение негативного влияния негативного фактора на население, значения средней годовой эффективной дозы меньше нормативных. А именно, средняя индивидуальная эффективная доза облучения населения зоны наблюдения за счет АО "СХК " в 2017 году составила 0,023 мЗв/год (2012 г. - 0,026 мЗв, 2013 г. - 0,022 мЗв, 2014 г. - 0,023 мЗв, 2015 г. - 0,016 мЗв , 2016 г. - 0,021 мЗв) [13].

Несмотря на это, любое, даже очень малое, воздействие радиации на человека, оказывает негативные последствия. В связи с этим, особую значимость имеет значение риска получения злокачественных новообразований, вызванных данным воздействием.

При расчете, согласно [35], возникновение ЗНО, вызванного генетическим наследственным фактором, не производится.

Равномерное облучение тела включает в себя внешнее и внутреннее облучение, при котором органы и ткани получают примерно равные поглощенные дозы.

Количественной мерой воздействия радиационного фактора на человека является средняя годовая эффективная доза (СГЭД) внешнего и внутреннего облучения жителей за счет Cs-137, содержащегося в почве и в пищевых продуктах. Доза, обусловленная природным (фоновым) облучением не учитывается.

Введем условия задачи. Необходимо оценить избыточный пожизненный риск онкологической заболеваемости для всех основных возрастных групп за счёт воздействия равномерного техногенного облучения, из предположения, что они будут проживать в г. Северске Томской области на протяжении 2017–2047 годов. Оценить, какое количество ЗНО может быть вызвано этим облучением.

Консервативная прогнозная оценка последствий облучения производится для следующих условий:

- 1) Значение СГЭД в течение 2017–2047 годов не изменяется и равно среднему значению СГЭД за 2012-2017 год – 0,021 мЗв/год.
- 2) Все люди, входящие в данную когорту на 2017 год, остаются проживать в данной области.
- 3) Выбытие людей из данной когорты осуществляется только по причине смерти.

Решение:

Средняя индивидуальная годовая эффективная доза жителей г. Северска Томской области в 2012-2017 году составляла 0,021 мЗв.

Вычислим риск онкологической заболеваемости по формуле 1:

$$\text{Риск} = \text{СГЭД} \times 0,001 \times \text{Коеф. риска}, \quad (1)$$

Коэффициент риска для группы «Дети 0-14 лет» при облучении в течение 30 лет равен 3,26, для подростков – 2,49, для взрослых – 1,04. Следовательно, значение пожизненного риска онкологической заболеваемости от воздействия внешнего и внутреннего техногенного облучения, при условии их проживания в этой области в течение следующих 30 лет, равно (формула 2-4):

$$\text{Риск}_д = 0,021 \times 0,001 \times 3,26 = 0,00006846, \quad (2)$$

$$\text{Риск}_п = 0,021 \times 0,001 \times 2,49 = 0,00005229, \quad (3)$$

$$\text{Риск}_{вз} = 0,021 \times 0,001 \times 1,04 = 0,00002184, \quad (4)$$

Консервативная оценка абсолютного числа случаев ЗНО, которые могут возникнуть в течение предстоящей жизни за счет воздействия на лиц, входящих в рассматриваемую когорту, внешнего и внутреннего техногенного облучения в течение 2017–2047 годов, вычисляется по формуле 5:

$$\text{Количество ЗНО} = \text{Числ. населения} \times \text{Долю населения} \times \text{Риск}, \quad (5)$$

В связи с отсутствием данных об абсолютном числе детей, подростков и взрослых в г. Северске на начало 2017 года, при расчете количества заболеваний используется коэффициенты 0,15, 0,04 и 0,81 соответственно. Расчет приведен по формулам 6-8.

$$\text{Количество ЗНО}_д = 107922 \times 0,15 \times 0,00006846 = 1,1 \text{ случай}, \quad (6)$$

$$\text{Количество ЗНО}_п = 107922 \times 0,04 \times 0,00005229 = 0,23 \text{ случая}, \quad (7)$$

$$\text{Количество ЗНО}_{вз} = 107922 \times 0,81 \times 0,00002184 = 1,9 \text{ случая}, \quad (8)$$

В г. Северске Томской области для лиц, входящих в группу «Дети 0-14 лет» на начало 2017 года, радиационный риск за счет внешнего и внутреннего техногенного облучения в 2017–2047 годах составляет $6,8 \times 10^{-5}$, что соответствует при консервативной оценке последствий облучения

возникновению примерно 2 дополнительных случаев заболевания ЗНО в течение всей их последующей жизни. Для взрослых риск составляет $2,1 \times 10^{-5}$, что соответствует при консервативной оценке последствий облучения возникновению примерно 2 дополнительных случаев заболевания ЗНО в течение всей их последующей жизни. Общее количество случаев возникновения ЗНО за данный период – 4 случая.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Данная работа связана с исследованием системы мониторинга радиационной обстановки. Также, проведена оценка риска возникновения злокачественных новообразований, возникших в следствии равномерного техногенного радиационного воздействия.

Дипломная работа выполнялась в аудитории 311, 18 учебного корпуса.

Работа выполнялась с использованием современной вычислительной техники, что позволило достичь высокой эффективности процесса и уменьшения временных затрат на его проведение.

6.1 Производственная безопасность

Данная научная работа предусматривает использование персональной электронно-вычислительной машины, и с точки зрения социальной ответственности, целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при мониторинге радиационной обстановки, а также требования по организации рабочего места.

7.1.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 15:

Таблица 15 – Опасные и вредные факторы при исследовании загрязненности водных объектов техногенными радионуклидами

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Анализ системы радиационного мониторинга, работа с ПЭВМ. 2) Оценка риска возникновения ЗНО.	1. Повышенный уровень электромагнитных полей 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны 3. Неудовлетворительные показатели микроклимата 4. Повышенный уровень шума	1. Поражение электрическим током 2. Пожаровзрывозащита	СанПиН 2.2.2.542-96 СП 52.13330.2011 СанПиН 2.2.4.1191-03 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 СанПиН 2.2.4.548-96 СН 2.2.4/2.1.8.562-96

6.1.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов:

- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- нестабильный уровень радиационного фона в ТО;
- повышенный уровень электромагнитных полей (ЭМП);
- неудовлетворительный микроклимат;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- поражение электрическим током;
- пожароопасность.

Освещение:

Согласно СНиП 23-05-95 в аудитории, где происходит работа за ПЭВМ при постоянном нахождении людей в помещении освещенность при системе общего освещения должна быть 400 Лк.

В аудитории 311, 18 корпуса ТПУ имеется естественное (боковое одностороннее) и искусственное освещение. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения (таблица 16).

Таблица 16 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения учебных аудиторий

Помещение		Кабинет
Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м		Г-0,8
Естественное освещение, КЕО $e_{н\%}$	При верхнем или комбинированном освещении	3,5
	При боковом освещении	1,2
Совмещенное освещение, КЕО $e_{н\%}$	При верхнем или комбинированном освещении	2,1
	При боковом освещении	0,7
Искусственное освещение	Освещенность рабочих поверхностей, лк	400
	Показатель дискомфорта М, не более	40
	Коэффициент пульсации $K_{п\%}$, не более	$\leq 10\%$

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 6$ м, ширина $B = 5,5$ м, высота = 4.0 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 0.8$ м.

Площадь помещения – 33 м².

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c=50\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{IT}=70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_3 = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z= 1,1$.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОД-2-80. Этот светильник имеет две лампы мощностью 80 Вт каждая, длина светильника равна 1530 мм, ширина – 270 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой равная 1,4. Принимаем $\lambda=1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле 9:

$$h = H - h_p - h_c = 4,0 - 0,8 - 0,5 = 2,7 \text{ м.}, \quad (9)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле 10:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 2,7 = 3,8 \text{ м}, \quad (10)$$

Число рядов светильников в помещении, формула 11:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{5,5}{3,8} \approx 2, \quad (11)$$

Число светильников в ряду, формула 12:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{6}{3,8} \approx 2, \quad (12)$$

Общее число светильников, формула 13:

$$N = Na \cdot Nb = 2 \cdot 2 = 4, \quad (13)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле 14,15,16:

$$6000 = 2 \times 1530 \times L_1 + \frac{2}{3} L_1, \quad (14)$$

$$5500 = 2 \times 270 \times L_2 + \frac{2}{3} L_2, \quad (15)$$

$$l_{1,2} = \frac{L_{1,2}}{3}, \quad (16)$$

Согласно рассчитанным значениям, размещаем светильники в два ряда. На рисунке 10 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

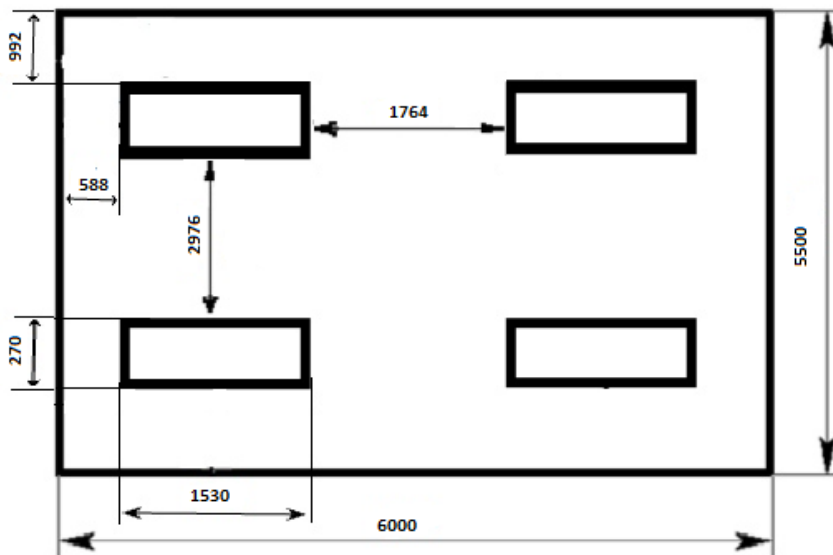


Рисунок 10 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

Индекс помещения определяется по формуле 17:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{6 \cdot 5,5}{2,7 \cdot (6 + 5,5)} = 1,06, \quad (17)$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho_{\Pi} = 70\%$, $\rho_{\text{с}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 1,06$ равен $\eta = 0,5$. Количество ламп в 4 светильниках – 8.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле 18:

$$\Phi_{\Pi} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{400 \cdot 6 \cdot 5,5 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{8 \cdot 0,5} = 5445 \text{ лм}, \quad (18)$$

Делаем проверку выполнения условия 19, 20:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%, \quad (19)$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{5200 - 5445}{5200} \cdot 100\% = -4,7\%, \quad (20)$$

Таким образом: $-10\% \leq -4,7\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

Согласно, освещение в аудитории 311 18 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

Нестабильный уровень радиационного фона в ТО:

На территории Томской области находится большое количество радиоактивных источников, которые в процессе эксплуатации могут негативно воздействовать на население – приводить к повышенному уровню радиационного фона.

Одними из основных направлений реализации государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности, в соответствии с Указом Президента РФ от 13 октября 2018 года № 585, являются повышение эффективности мониторинга радиационной обстановки на объектах использования атомной энергии и прилегающих к ним территориях, а также расширение наблюдательной сети за радиоактивным загрязнением окружающей среды, включая инструменты сбора, обработки и анализа информации.

Большая часть радиационного облучения вызвана естественными радионуклидами в обычных условиях, но оценки радиационной обстановки в окружающей среде должны проводиться с точки зрения радиологической безопасности.

Необходимо применять защитные меры, которые должны предотвращать радиоактивное загрязнение воздуха, поверхности рабочих помещений, кожи и одежды персонала.

Для этого существуют допустимые уровни доз, которые может получить человек. Уровни разделяются в соответствии с категорией по нормам радиационной безопасности, данные представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Пределы допустимых доз

Нормируемые величины	Пределы доз	
	Персонал группы А	Население
Эквивалентная доза	20мЗв	1мЗв
Эквивалентная доза за год:		
в хрусталике	150мЗв	15мЗв
в коже	500мЗв	50мЗв
в кистях и стопах	500мЗв	50мЗв

Персонал (группа А) – лица, работающие с техногенными источниками, ионизирующими излучением, или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б). Население – все лица, включая персонал вне работы.

Пределы доз и допустимые уровни для персонала группы Б равны 1/4 от группы А. В таблице 18 указана максимальная продолжительность облучения в год.

Таблица 18 – Мощность эквивалентной дозы используемой при проектировании защиты

Категория облучаемых лиц		Назначение помещения	Продолжительность облучения, ч/год	Проектируемая мощность дозы, мкЗв/ч
Персонал	Гр. А	Постоянное пребывание	700	6,0
		Временное пребывание	850	12
	Гр. Б	Помещение организации и территория С.З.З., где нах-ся. пер.гр. Б	2000	1,2
Население		Любое другое помещение и территория	8800	0,06

Основными санитарными правилами обеспечения радиационной безопасности (СП 2.6.1. 2612-1 «ОСПОРБ-99/2010», пункт 5.1.6) установлено, что, уровень мощности экспозиционной дозы не должен превышать 0.3 мкЗв/час или 30 мкР/час.

1.СКЗ:

- Оградительные, предупредительные, герметизирующие устройства, защитные покрытия
- Средства дезактивации, устройства автоматического контроля, дистанционного управления
- Знаки безопасности
- Проведение защитных мероприятий, обеспечивающих условия радиационной безопасности, основанные на следующих принципах: уменьшение мощности источников до минимальных величин (защита количеством); сокращение времени работы с источниками (защита временем); увеличение расстояния от источников до работающих (защита расстоянием); экранирование источников излучения материалами, поглощающими ионизирующее излучение (защита экранами). Наибольшую роль играет защита экранами в комбинации с принципом защиты расстоянием.

2. СИЗ:

- Индивидуальный дозиметр
- Средства защиты кожи, органов дыхания, глаз (защитный костюм, противогаз, очки, спецобувь)

Средства индивидуальной защиты органов дыхания (фильтрующие или изолирующие) необходимо применять при работах в условиях возможного загрязнения воздуха помещений радиоактивными веществами.

Изолирующие защитные средства (пневмокостюмы, пневмошлемы, а в отдельных случаях - автономные изолирующие аппараты) следует применять при работах, когда загрязнение воздуха помещения

радиоактивными веществами более чем в 200 раз превышает допустимых уровни.

В качестве средств защиты рук должны применяться резиновые перчатки, устойчивые к химическим средам, характерным для данного производственного участка, в комплекте с хлопчатобумажными перчатками.

Для предотвращения попадания радионуклидов в гидросферу, атмосферу и литосферу, существует комплекс превентивных мероприятий, включающий в себя как глубокоэшелонированное строительство пунктов хранения твердых и жидких радиоактивных отходов, ежедневный контроль мощности экспозиционной дозы посредством автоматизированной системы контроля радиационной обстановки, так и постоянный контроль необходимых параметров в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения производств. Уменьшение негативного влияния ионизирующего излучения на население обеспечивается современными технологиями использования ядерного топлива и сопутствующих производств.

Повышенный уровень электромагнитных полей:

Основным из источников потенциально вредных и опасных производственных факторов (ОВПФ) является персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ), возможность поражения электрическим током. Использование оборудования может привести к наличию такого вредного фактора, как повышенный уровень электромагнитных полей.

К основной документации, которая регламентирует вышеперечисленные вредные факторы, относится СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к электронно-вычислительным машинам и организации работы":

ПЭВМ должны соответствовать требованиям настоящих санитарных правил и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке.

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) в аудитории 311, 18 корпуса ТПУ, создаваемых ПЭВМ, не должны превышать значений, представленных в таблице 19:

Таблица 19 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

В диапазоне СВЧ $\neq 300...300000$ МГц допустимая плотность потока мощности (ППМ_{доп}) при времени облучения (τ облуч) в течение всего рабочего дня составляет 10 мкВт/см², при τ облуч, равном 2 ч, - 100 мкВт/см² и при τ облуч, равном 15...20 мин, - 1000 мкВт/см² (при обязательном использовании защитных очков!). В остальное рабочее время интенсивность облучения не должна превышать 10 мкВт/см². Для лиц, профессионально не связанных с облучением, и для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см².

ПДУ в соответствии с СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Таблица 20:

Таблица 20 – Допустимая напряженность

Напряженность	Время контакта
10 мкВт/см ²	8 часов
10-100 мкВт/см ²	не более 2-х часов
100-1000 мкВт/см ²	не более 20 минут

Уровни ЭМП, ЭСП в аудитории 311, 18 корпуса ТПУ, перечисленные в таблице 19, 20 соответствуют нормам.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

1. СКЗ

- Защита временем;
- Защита расстоянием;
- Снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- Экранирование источника;
- Защита рабочего места от излучения;

2. СИЗ

• Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

• Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

Микроклимат:

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого

организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 (ГОСТ 12.1.005-88).

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа за ПЭВМ относится к категории легких работ (Ia). Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 21, 22.

Таблица 21 – Оптимальные нормы микроклимата

Температура воздуха, °C	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
19-22	60-40	0,2

Таблица 22 – Допустимые нормы микроклимата

Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
15-28	20-80	≤0,5

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата на организм человека в случаях возможного выхода фактических параметров за границы допустимых, необходимо применять меры защиты – системы местного кондиционирования воздуха, обогреватели, использование СИЗ - спецодежды, спецобуви, головных уборов, средств защиты рук, а также введение регламента работы. В производственных помещениях, где невозможно приведение фактических параметров к допустимым, рабочие места следует рассматривать как вредные. Для вентилирования помещений обычно используют приточно-вытяжные установки. В качестве нагревательных приборов применяют радиаторы, конвекторы, отопительные панели, ребристые трубы. Для повышения влажности воздуха в помещении следует применять увлажнители воздуха. В аудитории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.

Согласно, микроклимат аудитории 311, 18 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

Производственный шум:

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание

помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Согласно Санитарным нормам СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки" ПДУ для шума составляет 82 дБ.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- Устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- Изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- Применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

- Применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

Материалы, из которых делают шумозащитные экраны: акрил, разные виды композитных материалов, монолитный поликарбонат. Если шум от компьютера, то нужно провести своевременную чистку системного блока от пыли и стараться не перегружать компьютер

Электробезопасность:

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

0. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

1. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

2. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Аудитория относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. Также безопасными номиналами являются $U=12-36\text{В}$, $I=0,1\text{А}$, $R_{\text{заземления}}=4\text{ Ом}$

К основным средствам защиты электроустановок до 1000 В являются:

- Изолирующие штанги всех видов;
- Изолирующие клещи;
- Указатели напряжения;
- Электроизмерительные клещи;
- Диэлектрические перчатки;
- Ручной изолирующий инструмент;
- Знаки и плакаты безопасности.

Дополнительные изолирующее электрозащитные средства — изолирующие средства, которые сами по себе не могут выдержать рабочего напряжения электроустановки, но дополняют основное средство защиты, а также служит для защиты от напряжения прикосновения и напряжения шага. К ним относятся:

- Диэлектрические галоши;
- Диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- Изолирующие колпаки, покрытия и накладки;
- Переносные заземления.

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ПЭВМ в аудитории 311, 18 корпуса ТПУ, оборудование должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия: 1) оформление работы нарядом или устным распоряжением; 2) проведение инструктажей и допуск к работе; 3) надзор во время работы.

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются:

1. Прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением;
2. Прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением;
3. Ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала;
4. Поражение шаговым напряжением и др.

В целях профилактики периодически проводится инструктаж работников по технике безопасности.

Разработанные мероприятия обеспечивают безопасную эксплуатацию электроустановок в аудитории 311, 18 корпуса ТПУ.

Факторы пожарной и взрывной природы:

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В, Г и Д.

По пожарной опасности аудитория относится к категории В4 (пожароопасные) - горючие и тяжелогорючие жидкости, твердые горючие и тяжелогорючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом или друг с другом гореть.

Помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а (зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 МДж на квадратный метр.)

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Основные источники возникновения пожара:

1. Неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования.
2. Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов.
3. Перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

1. Обучение;
2. Пожарный надзор;
3. Обеспечение оборудованием и технические разработки.

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Аудитория 311, 18 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.).

В корпусе 18 ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию студентов и сотрудников в соответствии с планом эвакуации.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рис. 14).

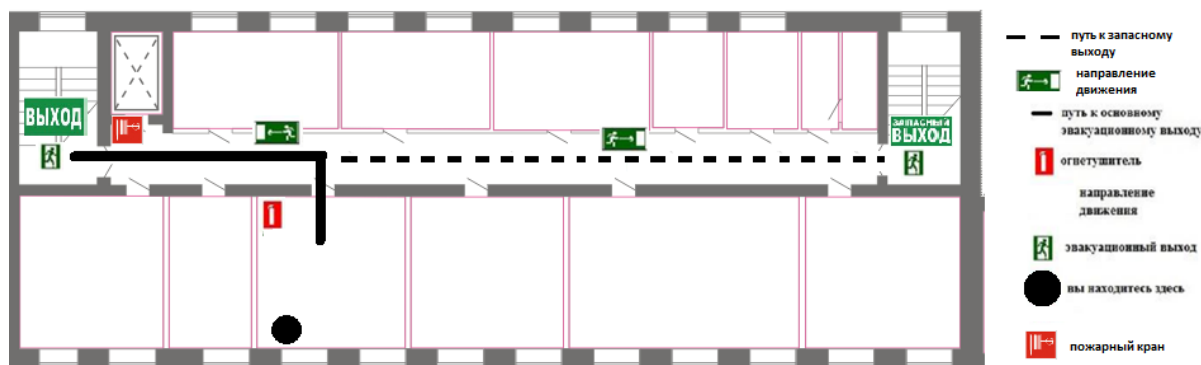


Рисунок 11 – План эвакуации

6.2 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в процессе разработки предлагаемых в работе решений.

7.2.1. Анализ влияния исследования системы мониторинга радиационной обстановки на окружающую среду

Процесс анализа системы мониторинга радиационной обстановки не влечет за собой никаких негативных воздействий на окружающую среду. Но, необходимо отметить большое количество отходов разной степени опасности, образующихся при работе.

Согласно санитарным нормам, ртутьсодержащие отходы хранятся в специальных герметичных контейнерах, доступ посторонним лицам к таким контейнерам должен быть запрещен. Транспортировка ламп на полигоны складирования должна выполняться организациями, которые специализируются на утилизации опасных отходов и имеют лицензию на данный вид деятельности.

Использованную бумагу собирают и отправляют на переработку в специализированную организацию.

В результате деятельности экологоинженерной службы образуются отходы: мусор от бытовых помещений, уборки территорий и другие виды отходов. Образованные отходы накапливаются в контейнерах, а затем передаются МУ «Благоустройство» для захоронения.

При рассмотрении влияния процесса утилизации персонального компьютера были выявлены особо вредные выбросы согласно ГОСТ Р 51768-2001. В случае выхода из строя компьютеров, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих. В настоящее время в Томской области утилизацией занимаются две компании: городской полигон и ООО НПП «Экотом». Утилизацией опасных бытовых отходов занимаются компании: ООО «Торем», ООО «СибМеталлГрупп».

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.3.1. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения, электроснабжения, водоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке

работы, обморожениям. В случае аварии на системе электроснабжения, электроэнергия должна поступать от резервных источников питания. В случае аварии на одном из источников тепла имеется возможность частичного обеспечения потребителей тепловой энергией из единой тепловой сети за счет других источников тепла. Обеспечение высокой надежности энерго- и водоснабжения – внедрение системы безаварийной остановки производства при внезапных прекращении или отказа подачи электроэнергии и воды.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще.

Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии корпус оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015
2. Специальная оценка условий труда в ТПУ. 2018.
3. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003

4. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки"
5. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение
6. Безопасность жизнедеятельности: практикум / Ю.В. Бородин, М.В. Василевский, А.Г. Дашковский, О.Б. Назаренко, Ю.Ф. Свиридов, Н.А. Чулков, Ю.М. Федорчук. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. — 101 с.
7. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003
8. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003
9. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
10. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание, 2002
11. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности
12. СП 2.6.1.28-2000 Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций (ПРБ АС-99)
13. СанПиН 2.6.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009» от 7 июля 2009 года, N 47: Зарегистрировано в Минюсте РФ 14 августа 2009 года, N 14354, 2009.

7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

7.1 Предпроектный анализ

Радиозэкологическая обстановка на территории Томской области вопрос, который стоит наиболее остро. Полученные результаты в ходе исследования будут полезны для населения и экологических организаций.

В ходе анализа будут рассмотрены данные, полученные при мониторинге радиационной обстановки, найдены недостатки системы.

В настоящее время существует два уровня представления данных с АСКРО, это ведомственный и региональный. Данные, полученные с ведомственных и региональных центров, обрабатываются главным информационно-аналитическим центром единой государственной системы мониторинга радиационной обстановки. Каждый уровень имеет открытый доступ к информации. На каждом информационном ресурсе представлены посты контроля, их количество от 1 до 24, месторасположение постов различно.

7.1.1 SWOT-анализ

SWOT–Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно–исследовательского проекта. SWOT–анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Целью SWOT–анализа является определение всех сильных и слабых сторон научной разработки, которые рассматриваются как внутренние факторы, а также изучение внешних факторов, каковыми являются рыночные возможности и угрозы, для получения четкого представления основных направлений развития предприятия. На основе такого исследования организация должна максимально использовать свои сильные стороны,

попытаться преодолеть слабости, воспользоваться благоприятными возможностями и защититься от потенциальных угроз.

Согласно проведенному анализу, были выявлены:

- Сильные стороны проекта. Реализация единой системы представления данных об уровне мощности гамма-излучения позволит отображать достоверные и точные результаты. Значения МЭД с ведомственных и региональных информационных центров будут поступать в федеральный аналитический. Данные, прошедшие обработку, поступают в ГИАЦ ЕГАСМРО и представляются на карте в открытом доступе.

- Слабые стороны проекта. Большое время обработки данных.

- Возможности. Информирование населения о радиационной обстановке является необходимым действием для поднятия экологической грамотности. Любой желающий сможет узнать значения МЭД, а также сравнить их по отдельным регионам.

- Угрозы. Большинство данных с ограниченным доступом.

В итоге составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая приводится в магистерской диссертации (таблица 23).

Таблица 23 – Матрица SWOT- анализа

	Сильные стороны	Слабые стороны
	Обобщенность и достоверность данных.	Малая осведомленность населения. Ограниченный допуск к результатам мониторинга
Возможности	Информирование населения, повышение экологической грамотности.	Изменить процедуру обработки данных, получаемых единой государственной автоматизированной системой мониторинга радиационной обстановки.
Угрозы	Данные, находящиеся в открытом доступе в ведомственном и региональном центре, необходимо	Сложность реализации, обусловленная разными подходами и тех. оснащением предоставления

	Сильные стороны	Слабые стороны
	свести в одну таблицу (карту) для получения полных, развернутых результатов автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки.	данных ведомственными и региональными центрами различных регионов.

8.1.2 Инициация проекта

8.1.3 Цели и результат проекта

Сводная таблица целей и результатов проекта приведены в таблице 24, 25.

Таблица 24 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
ВУЗЫ, НИИ	Возможности технического совершенствования системы мониторинга радиационной обстановки.
Организации, осуществляющие контроль за состоянием окружающей природной среды	Редактирование и поправки в процесс сбора и обработки данных, полученных при мониторинге.
Росатом, Облкомприрода	Анализ данных, изменение подхода по их сбору, а также решение вопроса о достаточности информирования населения

Таблица 25 – Цели проекта и критерии их достижения

Цели проекта:	Выявление сильных слабых сторон при организации мониторинга радиационной обстановки.
Ожидаемые результаты проекта:	Предложения по улучшению системы.
Критерии приемки результата проекта:	Результаты могут быть приемлемыми, если на найденные недостатки будут предложены мероприятия по их устранению.
Требования к результату проекта:	1. Предлагаемые решения должны быть реалистичны. 2. Решения должны модернизировать и усовершенствовать процесс сбора и обработки данных.

	3. Решения должны обеспечить более простой и легкий способ информирования населения о радиационной обстановке.
--	--

7.2 Планирование работ

Задачей планирования разработок является оптимальный расчет использования времени и ресурсов, обеспечивающий выполнение работ в срок при наименьших затратах средств.

На данном этапе работы определяются:

- Структура выполняемых работ в рамках исследования;
- Состав рабочей группы;
- Определение роли каждого участника в данном проекте;
- Обозначение функций, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 26.

Таблица 26 – Планирование работ

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, студент
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Построение модели, оценка риска	Студент
	6	Проведение расчетов и их анализ	Студент
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	Студент
Обобщение и оценка результатов	8	Подведение итогов и оценка результатов	Научный руководитель, студент
	9	Оформление отчетов	Студент

7.3 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула 21:

$$t_{ожi} = \frac{3 t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (21)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i – ой работы чел.- день;

t_{mini} – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

t_{maxi} – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление по формуле 22 необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (22)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

7.4 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным инструментом для построения ленточного графика проведения научных работ является диаграмма Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из

рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой 23:

$$T_{ki} = T_{pi} k_{\text{кал}}, \quad (23)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле 24:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (24)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

где, $T_{\text{кал}}$ – календарные дни ($T_{\text{кал}} = 366$);

$T_{\text{вых}}$ – выходные дни ($T_{\text{вых}} = 113$);

$T_{\text{пр}}$ – праздничные дни ($T_{\text{пр}} = 14$).

Расчет календарности произведен (формула 25)

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 113 - 14} = 1,53 \quad (25)$$

В таблице 27 приведены длительность этапов работы и число исполнителей, занятых на каждом этапе.

Таблица 27 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Исполнители	Трудоемкость работ, дни			Длительность работ, чел/дн.	
		t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{ож}}$	T_p	T_k
Составление и утверждение технического задания	НР	1	3	1,8	1,8	2,75

Название работы	Исполнители	Трудоемкость работ, дни			Длительность работ, чел/дн.	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	T_p	T_k
Подбор и изучение материалов по теме	Студент	5	10	7	7	10,71
Выбор направления исследований	НР, студент	3	5	3,8	1,9	2,91
Календарное планирование работ по теме	НР, студент	2	5	3,2	1,6	2,45
Анализ системы мониторинга, поиск предложений по улучшению	Студент	10	15	12	12	18,4
Проведение анализа полученных данных при мониторинге радиационной обстановки	Студент	7	10	8,2	8,2	12,55
Оценка риска возникновения ЗНО	Студент	5	7	5,8	5,8	8,87
Подведение итогов и оценка результатов	НР, студент	3	5	3,8	1,9	2,91
Оформление отчетов	Студент	4	7	5,2	5,2	7,96

Название работы	Исполнители	Трудоемкость работ, дни			Длительность работ, чел/дн.	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	T_P	T_K
Итого:				50,8	41,3	69,5

На основе табл. 27 строится календарный план-график (табл. 28). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 28 – Календарный план-график проведения работ НИОКР по теме

№ ра- бот	Вид работ	Испол нител и	Т к , к а л. д н.	Продолжительность выполнения работ														
				февр		март			апрель			май			июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания	НР	3															
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студе нт	1 1															
3	Выбор направления исследований	НР, студе нт	3															
4	Календарное планирование работ по теме	НР, студе нт	3															
5	Анализ систем, поиск предложений по улучшению	Студе нт	1 8															
6	Проведение анализа полученных данных при мониторинге	Студе нт	1 3															
7	Оценка риска возникновения ЗНО	Студе нт	9															
8	Подведение итогов и оценка результатов	НР, студе нт	3															
9	Оформление отчетов	Студе нт	8															

где:  - НР;

7.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

7.5.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле 26:

$$З_m = (1 + k_T) \sum \Pi_i N_{расхi} \quad (26)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, указаны в таблице 29.

Таблица 29 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Канцелярские принадлежности (ручки)	шт.	2	35	70
Канцелярские принадлежности (бумага, пачка)	шт.	0,3	270	90
Итого:				160

7.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную часть включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме. Расчет затрат по данной статье заносится в табл. 30. При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены.

Таблица 30 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
4	Компьютер	1	21000	24150
Итого:				24150

7.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и

опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников (табл. 30), непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату по формуле 27:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} , \quad (27)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор;

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д. 3) иные выплаты; районный коэффициент.

Таблица 30 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапа	Исполнители по категориям	Трудоем кость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.- дн., руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), руб.
1	Составление и утверждение технического задания	НР	3	2690	8070
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	11	1200	13200
3	Выбор направления исследований	НР	3	2690	8070
		Студент	3	1200	3600
4	Календарное планирование работ по теме	НР	3	2690	8070
		Студент	3	1200	3600
5	Анализ систем, поиск предложений по улучшению	Студент	18	1200	21600
6	Проведение анализа полученных данных при мониторинге	Студент	13	1200	15600
7	Оценка риска возникновения ЗНО	Студент	9	1200	10800
8	Подведение итогов и оценка результатов	НР	3	2690	8070
		Студент	3	1200	3600
9	Оформление отчетов	Студент	8	1200	9600
Итого:					113880

Основная заработная плата рассчитывается по формулам 28-30.

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}, \quad (28)$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} T_p, \quad (29)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m M}{F_d}, \quad (30)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.(средний оклад доцента 24000);

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 31).

Таблица 31 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	НР	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней	127	127
– выходные дни	113	113
– праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени	48	48
– отпуск	48	48
– невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	191	191

Месячный должностной оклад работника определяется по формуле 19:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}}(1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}})k_{\text{р}}, \quad (31)$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 24.

Приравниваем заработную плату студента к заработной плате инженера по охране окружающей среды.

Таблица 32 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб.дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
ИР	38000	1,3	49400	2690	12	32280
Студент	17000	1,3	22100	1200	68	81600
Итого:						113880

7.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле 32:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}}З_{\text{осн}}, \quad (32)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12–0,15).

Дополнительная заработная плата составит: у научного руководителя 4842рублей, у студента 12240 рубля.

7.5.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам

государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы 33:

$$З_{внеб} = k_{внеб}(З_{осн} + З_{доп}), \quad (33)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

В 2020 году размер тарифов страховых взносов равен:

В ПФР = 22%;

В ФСС = 2,9%;

В ФФОМС = 5,1%.

Подобные процентные ставки используются потому, что исполнение проекта осуществляется без заключения договора подряда, таким образом, сниженная ставка для ТПУ не может использоваться.

Дополнительно следует учесть взносы на страхование от несчастных случаев, которое для учреждений высшего образования составляет 0,2%

В таблице 33 приведен расчет отчислений во внебюджетные фонды.

Таблица 33 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	З _{внеб} , руб.
Руководитель	32280	4842	11211
Студент	81600	12240	28340
Итого:			39551

7.5.6 Расчет затрат на научные и производственные командировки

Затраты на научные и производственные командировки исполнителей определяются в соответствии с планом выполнения темы и с учетом действующих норм командировочных расходов различного вида и транспортных тарифов.

По данной теме командировки не осуществлялись.

7.5.7 Контрагентные расходы

Контрагентные расходы включают затраты, связанные с выполнением каких-либо работ по теме сторонними организациями.

В данном проекте контрагентные расходы отсутствуют.

7.5.8. Накладные расходы

Накладные расходы (табл. 34) учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле 34:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) k_{\text{нр}}, \quad (34)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таблица 34 – Расчет накладных расходов

$З_{\text{мат.з.}}$	$З_{\text{спец.об}}$	$З_{\text{осн.}}$	$З_{\text{доп.}}$	$З_{\text{внеб.}}$	$З_{\text{накл.}}$
160	24150	113880	17082	39551	31172

7.5.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 35.

Таблица 35 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	160	Пункт 6.5.1.
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	24150	Пункт 6.5.2.
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	113880	Пункт 6.5.3.
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	17082	Пункт 6.5.4.
5. Отчисления во внебюджетные фонды	39551	Пункт 6.5.5.
6. Затраты на научные и производственные командировки	0	Пункт 6.5.6.
7. Контрагентные расходы	0	Пункт 6.5.7.
8. Накладные расходы	31172	Пункт 6.5.8.
9. Бюджет затрат НТИ	225995	Сумма ст. 1–8

Вычисленный бюджет научно-исследовательской работы составил 120060 рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За всю историю развития атомной энергетики насчитывается не малое количество аварийных и негативных ситуаций, повлекшие за собой воздействие на окружающую среду и население. Однако полученный опыт позволил рассмотреть вопрос обеспечения безопасности более тщательно.

Контроль радиационной обстановки на радиационных объектах является неотъемлемой частью системы обеспечения радиационной безопасности.

Существующая система мониторинга радиационной обстановки в РФ включает в себя множество этапов, реализация которых обеспечивает функционирование всей системы безопасности.

Геоинформационная система контроля радиационной обстановки является системой способствующей решению управленческих и экономических задач на основе средств и методов информатизации, т.е. способствующей процессу информатизации общества в интересах прогресса.

ГИС с успехом используется для наблюдения за радиационной обстановкой, а также для создания карт основных параметров. При использовании автоматизированных систем появилась возможность в режиме реального времени отслеживать необходимые данные. Эти разработки особо актуальны при эксплуатации особо опасных производств.

Существующая система мониторинга радиационной обстановки полностью выполняет требования ФЗ и нормативной документации. Единый подход к учету и контролю РВ и РАО позволяет производить прогноз накопления опасных веществ, а также разрабатывать мероприятия по уменьшению количества отходов (использование безотходных производств).

Меры контроля радиационной обстановки на территории Томской области полностью позволяют говорить о безопасности нахождения людей на данной территории.

При проведении мониторинга существует единый подход при отборе и подготовке проб воды для анализа суммарной альфа- и бета-активности, а также радионуклидного состава и удельной активности основных природных и техногенных радионуклидов в воде, почвенных ресурсах и атмосферном воздухе. При проведении исследования образцов различных сред существует строгий регламент по организации и порядку выполнения работы.

Методы, используемые при реализации мониторинга, включают: метод определения удельного содержания радионуклидов в составе грунтовых вод, в сбросах и выбросах, в компонентах природной среды, а также применение АСКРО. Все системы являются современными и позволяют получать достоверную информацию.

Система государственной отчетности по ООС позволяет дать обобщенные показатели воздействия предприятий отрасли на окружающую среду, исходя из валовых сбросов и выбросов радионуклидов и вредных химических веществ.

Проводя анализ полученных данных по месяцам, можно прийти к выводу, что имеется закономерность: с весны по лето мощность экспозиционной дозы увеличивается, а с наступлением осени снижается. Это может быть обусловлено:

- поднятием уровня вод в паводковый период, которые могут переносить радионуклиды с донных отложений;
- увеличением температуры воздуха, почвы, воды (снежные покровы являются дополнительным препятствием для проникновения гамма-излучения, что способствует уменьшению общего значения мощности дозы).

Значения мощности экспозиционной дозы на всех постах контроля ниже нормативных, следовательно, радиоэкологическая обстановка в Томской области не представляет угроз для людей.

В связи с выявленными недостатками работы АСКРО предлагается:

1. Провести модернизацию уже существующей сети радиационного мониторинга Росгидромета, направленную на концентрирование сил и обеспечение оперативности предоставления данных.

2. Росгидромету и Госкорпорации «Росатом» организовать совместные работы по обеспечению согласованного функционирования систем наблюдений, находящихся в их ведении, а также сопоставимости данных наблюдений на территории РФ включая районы расположения объектов использования атомной энергии (СЗЗ и ЗН).

3. Функционал автоматизированной системы радиационного мониторинга возможно увеличить за счет подключения к постам автоматических датчиков химического загрязнения атмосферы.

4. Определить необходимые требования и критерии при повышении надежности и точности к измерению и контролю радиоактивного загрязнения внешней среды, с учетом экономических факторов.

При действующей системе мониторинга и контроля радиационной обстановки, а также принимаемых мер, необходимых и выявленных при мониторинге, можно отметить положительное действие. Доза, получаемая населением при реализации контроля негативного влияния данного фактора, является минимальной. Согласно расчетам, получаемая доза гамма-излучения от техногенного источника может привести за 30 лет к возникновению 4 случаев ЗНО.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Лисичкина, М. С.. Исследование загрязненности водных объектов Томской области техногенными радионуклидами [Электронный ресурс] / М. С. Лисичкина; науч. рук. Ю. В. Бородин // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее сборник научных трудов VII Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых, 8 -13 октября 2018 г., г. Томск: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . — Томск : Изд-во ТПУ , 2018 . — [С. 183]
2. Лисичкина, Мария Станиславовна. Контроль радиационной обстановки на территории Томской области = Radiation control monitoring in the Tomsk region [Электронный ресурс] / М. С. Лисичкина // Информационные технологии (ИТ) в контроле, управлении качеством и безопасности сборник научных трудов VIII Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых "Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее", 7 -12 октября 2019 г., г. Томск: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . — Томск : Изд-во ТПУ , 2019 . — [С. 145-149]
3. Лисичкина М. С. Оценка рисков возникновения онкологических заболеваний для населения, проживающего на территории Томского района // Безопасность – 2020 : материалы докладов XXV Всероссийской студенческой научно-практ. конф. с междунар. участием «Проблемы техносферной безопасности современного мира» – Иркутск : Изд-во ИРНТУ, 2020. — [С. 105-107]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проблемы ядерного наследия и пути их решения. — Под общей редакцией Е.В. Евстратова, А.М. Агапова, Н.П. Лаверова, Л.А. Большова, И.И. Линге. — 2012 г. — 356 с. — Т1.
2. Маклафлин Томас П., Монахан Шан П., Прувост Норманн Л. Обзор ядерных аварий с возникновением СРЦ. Редакционная версия 2003 г.: Отчет Лос-Аламоской национальной лаборатории LA-13638. Лос-Ала-мос, Нью-Мексико, 2000.
3. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры. Р.М. Алексахин, Л.А. Булдаков, В.А. Губанов и др. Под общей ред. Л.А. Ильина и В.А. Губанова. М.: Издат, 2001. 752 с.
4. UNSCEAR. Effects of Ionizing Radiation. Volume I: Report to the General Assembly, Scientific Annexes A, New York, 2013.
5. Указом Президента РФ от 13 октября 2018 года № 585
6. Федерального закона № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии»
7. Постановлением Правительства РФ от 10 июля 2014 года № 639
8. Приказом Минприроды России от 06.12.2016 г №638
9. Journal of Environmental Radioactivity Volume 217, June 2020, K.A. Pradeep Kumar G. A. Shanmugha Sundaram R.Thiruvengadathan
10. Analysis of the influence of nuclear facilities on environmental radiation by monitoring the highest nuclear power plant density region Nuclear Engineering and Technology Volume 51, Issue 6, September 2019, Pages 1626-1632
11. Злокачественные новообразования в России в 2018 году (заболеваемость и смертность) – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, – 2019. – илл. –250 с.

12. Радиационная обстановка на предприятиях «Росатома»: [Электронный ресурс], URL: <http://www.russianatom.ru/>. (Дата обращения: 30.03.2020).

13. Информационный сборник: «Дозы облучения населения Томской области в 2011 году» — URL: <http://70.rospotrebнадзор.ru/s/70/files/documents/regional/sborniki/147289.pdf> (дата обращения: 24.02.2020).

14. Яковлева И.Н., Балева Л.С. Особенности иммунитета у лиц, подвергшихся воздействию малых доз ионизирующей радиации в детском возрасте // Вопросы гематологии, онкологии и иммунопатологии в педиатрии. — 2006 — т.5, №1. — с.22–31

15. Радиационная безопасность. Рекомендации МКРЗ 1990 г. Публикация 60 МКРЗ. Ч. 2. Пер. с англ. — М.: Энергоатомиздат, 1994. - с. 208. ISBN 5-283-031-62-4

16. МУ 2.6.1.14-2001 Контроль радиационной обстановки. Общие требования

17. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99). СП 2.6.1. 799 99, М., Минздрав России, 2000 г.

18. Автоматизированная система радиационного контроля как основная составляющая радиационной безопасности населения / В.И. Витько, Л.И. Гончарова, В.В. Карташев, Г.Д. Коваленко, С.А. Сегеда, С.В. Барбашев // Ядерная и радиационная безопасность. — 2013. — № 3. — С. 33-37. — Библиогр.: 20 назв. — рос.

19. Devell L. Radiological Emergency Monitoring Systems in the Nordic and Baltic Sea Countries / L. Devell, B. L. Riso. — Roskilde: NKS, 2002. — 72 p.

20. Радиоэкологический мониторинг / Дирекция «Безопасность и качество» АЕЦ «Козлодуй». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.kznpp.org.

21. Department of the Environment. The National Response Plan and Radioactive Incident and Monitoring Network (RIMNET): Phase 1.

[Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://archive.defra.gov.uk/evidence/statistics/environment/radioact/radrimnet.htm>

22. Radiological monitoring in Belgium. Experts permanently monitor the radioactivity in our environment / FANC: Brussels. — 12 p. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.fanc.fgov.be/GED/000000000/400/471.pdf>.

23. Состояние окружающей среды на трансграничных территориях союзного государства. Экологический атлас-альбом / Под ред. Л. М. Драбович, А. А. Дылейко. — Минск: Бельта, 2006. — 55 с.

24. Masamichi Chino. System for prediction of environmental emergency dose information SPEEDI/WSPEEDI. — Indonesia, 2011. — 36 p. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.batan.go.id/ptlr/seminar/sites/default/files/Materi_Speedi_Massamichi_Chino.pdf.

25. Disaster Prevention and Nuclear Safety Network for Nuclear Environment. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.bousai.ne.jp/eng/index.html>.

26. Приказ Минприроды России от 06.12.2016 N 638 "Об установлении требований к сбору, обработке, хранению, предоставлению, распространению информации о радиационной обстановке, содержащейся в единой государственной автоматизированной системе мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации и ее функциональных подсистемах, а также к обмену информацией о радиационной обстановке"

27. ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. – Введ. 2014-01-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200097520> (дата обращения: 24.02.2020).

28. ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Охрана природы (ССОП). Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа»

29. Елохин А.П. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки окружающей среды: Учебное пособие. –М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 316 с.

30. Методика определения объемной активности радионуклидов.

31. Отчет о результатах контроля объектов окружающей среды в районе расположения АО «СХК», 2018.

32. АСКРО Томской области – URL: http://askro.green.tsu.ru/?page_id=145 (дата обращения: 30.03.2020).

33. Елохин А.П., Рау Д.Ф. Система контроля радиационной обстановки в зонах размещения объектов атомной промышленности. Патент РФ № 2042157, бюллетень № 23 от 20.08.95.

34. Торопов А.В. Последствия гонки ядерных вооружений для реки Томи: без ширмы секретности и спекуляций: Научное издание. – Томск: Дельтаплан, 2010. – 168 с.:илл.

35. Оценка радиационного риска у населения за счет длительного равномерного техногенного облучения в малых дозах: Методические указания. – М.: Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека, 2011. – 26 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Radiation monitoring in Tomsk region

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ81	Лисичкина Мария Станиславовна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина Анна Николаевна	к.х.н		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Панамарёва Анна Николаевна	к.ф.н		

Introduction

Nuclear power and industry were the first high-tech sectors of the national economy, which emergence, existence and development were made possible only by scientific support in a very broad field of research, ranging from the study of the fundamental properties of matter to the solution of specific material-science problems related to radiation resistance, or from basic radiobiology to radiation epidemiology.

Nuclear power and industry have become true leaders in the practical understanding of the priority of safety at all stages of the life cycle of nuclear technologies.

Contrary to widespread perceptions, the number of nuclear and radiological incidents worldwide is relatively small. Since the introduction of nuclear technology, the world has experienced 22 nuclear accidents with a spontaneous chain reaction.

As the nuclear industry developed, there was a growing interest in radiation exposure in the human environment, therefore systematic radiation monitoring of the environment was required.

After any radiological accidents, especially large-scale ones such as Chernobyl's, one of the most important scientific and practical problems is the establishment of human radiation doses. On the one hand, the assessment of current and projected doses is the basis for decision-making on the management and maintenance of contaminated areas. On the other hand, the biological effects of exposure are based on the values of individual and collective doses, determining the health status of the irradiated population. Dose assessment is an extremely complex scientific task that has resulted in radioactive contamination of large areas. One of the most dangerous consequences of living in areas potentially exposed to radioactive contamination is cancer.

In this connection, there are legislative and regulatory documents managing the radiation safety of human beings and the environment in various territories and facilities.

In accordance with the Decree of the President of the Russian Federation No 585, dated October 13, 2018, one of the main forms of implementation of state policy in the field of nuclear and radiation safety is improving the monitoring effectiveness and control of the radiation situation at atomic energy facilities and adjacent territories, as well as expanding the monitoring network for radioactive environment pollution, including collection instruments, information processing and analysis.

Goals and objectives of radiation monitoring

Monitoring the radiation situation at radiation facilities, which must meet the requirements of UXO-99 and SPORB-99, is an integral part of the radiation safety system aimed to protect human health from the effects of the IIA and, if possible, to maintain the radiation object operation and its separate technological systems within the framework of optimal technological regulations. It involves radiometric and dosimetric monitoring by instruments and automated systems.

Its technical implementation in the form of a system for monitoring the radiation situation is a measuring and information subsystem of the radiation safety system of an enterprise intended to support the decision-making on radiation safety.

The radiation situation of any radiation object is determined by a set of controllable radiation parameters characterizing the level of risk of their effects on personnel, the population and the environment during the normal operation of the radiation object and in the event of a radiation accident.

Monitoring the radiation situation at radiation facilities depends on the category of the facility, on the characteristics of the technological production processes and on the potential facility radiation risk. The radiation situation should

be monitored for all radiation parameters characterizing the levels of exposure of personnel and the population and pollution of the environment.

The radiation situation should be monitored at the production premises of the radiation facility, at its territory, in the sanitary protection zone and in the observation zone.

In the event of a slight change in the monitored radiation parameters within the limits of the regulatory levels, the radiation situation is monitored in order to provide:

1. Supervision of compliance with radiation safety norms, regulations and quotas when carrying out activities using IIS or technological equipment containing radioactive media and substances.
2. Document the values of the monitored radiation parameters.
3. Rapid detection of signs of an emergency situation, particularly at potentially radioactive-hazardous facilities;
4. Assessments of the effects of radiation on personnel, the population and the environment.

The main tasks of monitoring the radiation situation in order to achieve the above objectives are as follows:

1. Control of the compliance of measured values of radiation parameters with the established (specified) values of these parameters (project, regulatory, control, pre-defined radiation parameters).
2. Documentation of the values of the monitored radiation parameters by ASCRS, equipment or personnel. Monitoring of changes in radiation parameters and, above all, in the event of a deterioration in the radiation situation.
3. Operative alarm in case of exceeding of the prescribed threshold values or emergency radiological situation with controlled radiation parameters.
4. Identification of the causes of the deterioration in the radiation situation, with the identification of specific equipment, the technological process or other causes leading to the deterioration.

5. Selection of measures to improve the radiation situation and monitoring of their effectiveness.
6. Justification and assignment temporary operation of personnel and equipment.
7. Checking that the equipment is operating in a safe environment.
8. Group control of individual doses.
9. Registration and provision of information to assess the dosage burden on the population and to substantiate and select the necessary protective measures and medical care for the population.

Organization and scope of radiation monitoring

Radiation monitoring is an integral part of the radiation safety system.

It includes radiometric and dosimetric monitoring carried out by instruments and calculation methods.

Monitoring the radiation situation must meet the requirements of the entire set of principles for ensuring radiation safety set out in PROBOB-99, namely, justification, optimization and rationing.

The principle of justification must be applied at the stage of decision-making by the competent authorities when designing new sources of radiation and radiation objects, issuing licences and approving regulatory and technical documents for the use of radiation sources, as well as changes in their operating conditions.

In the event of a radiation accident, the justification principle does not apply to radiation sources and exposure conditions, but to a protective measure. The value of the benefits should be the dose averted by the activity. However, measures to regain control of radiation sources should be mandatory.

The optimization principle is that both individual (below the limits set by UXO-99) and collective radiation doses should be maintained at the lowest possible level, taking into account social and economic factors.

In the event of a radiation accident, where higher levels of intervention are applied instead of dose limits, the optimization principle should be applied to the protective measure, taking into account the avoidable dose of radiation and the damage associated with the intervention.

The rationing principle, which requires not to exceed the individual dose limits and other radiation safety standards established by the Federal Act "On the Radiation Safety of the Population" and UXO-99, must be observed by all organizations and persons, on which human exposure depends.

When working with technogenic sources of ionizing radiation for an object of the relevant category according to potential danger a specific level of radiation monitoring should be provided for a list of controls, types of radiometric and dosimetric equipment, measuring points and frequency of monitoring and etc.

Radiation monitoring should cover production facilities, organizational areas in the health protection zone and the observation zone.

Radiation Control Regulations

The organization and scope of monitoring of the radiation situation in any enterprises where work is being carried out with radioactive radiation sources must comply with the package of documents - the Radiation Control Regulations (Programme).

The Federal Office «Medbioextremis» approves the the Radiation Control Regulations.

The Radiation Control Regulations is a document that must contain on the one hand basic information for obtaining the right to work with the IIA and for the preparation of reports, and on the other hand, basic provisions relating to the establishment and operation of Radiation Safety Services (RSS) or Radiation and/or Dosimetric Monitoring Services.

Safety systems for nuclear power and nuclear and radiological facilities

The current state of nuclear and radiation safety in nuclear power and nuclear fuel cycle plants has been assessed as satisfactory by the State security regulatory body, Rostekhnadzor, for the past two decades. In 10 years, the number of violations in the work of Russian nuclear power plants has decreased by a factor of 2,5. The number of the most serious violations associated with the automatic shutdown of critical blocks is half the world average. Discharges and emissions of radioactive substances are being reduced. Decreasing trends in staff exposure have been consistent.

According to [1], for the effective implementation of safety and emergency preparedness functions of the Department of Nuclear and Radiological Safety, in cooperation with other departments of Rosatom and oversight bodies, specialized systems have been set up and are operating successfully. The most important are the following systems of:

- Licensing the use of radioactive materials for military purposes;
- Recognition of an organization as capable of operating nuclear reactors;
- Ensuring the function of the public authority to provide RNS (radiation nuclear safety) for transportation of nuclear-magnetic and radioactive materials;
- Accounting and control of radioactive substances and radioactive waste;
- Automated radiation situation monitoring system (ARSMS);
- Security training, testing and certification of personnel;
- The prevention and elimination of the emergencies at Rosatom facilities;
- Rosatom Rescue Service (RS) and Emergency Response Services;
- Civil Defense (CD);
- The Occupational Safety System Management and certification of working conditions;
- Environmental safety support;
- Handling of radioactive waste;

- Methodological management of the units of the enterprises on safety - nuclear (NS), radiation (RS), fire (FS), industrial (IS), environmental (ES), civil defense and emergencies.

System of State Accounting and Control of Radioactive Substances and Radioactive Waste

The system of State accounting and control of radioactive substances and radioactive waste also relates to systems of national security.

The Emergencies Prevention and Elimination Subsystem (EPES) is a functional subsystem of the Single State Disaster Management System (SSDMS). The sectoral system for the prevention and elimination of emergencies of the State Corporation operates in:

- Nuclear power facilities (NPF);
- Nuclear Weapons Complex;
- Transportation of nuclear substances;
- The Nuclear Universities of research organizations.

EPES brings together the management, capacities and resources of the State Corporation, its subordinate enterprises and its corporate structures, which within the authority are dealing with the prevention and elimination of emergencies.

The ERES management system is based on the production principle, in accordance with the organizational structure of the State Corporation, with the following modern-equipped and important elements:

- The Situation and Crisis Centre;
- the Crisis center of «Rosenergonatom» Concern;
- Sectoral Automated Radiation Situation Monitoring System (ARSMS).

EPES has two management levels: federal and facility (organization level). At each level, there are:

- Coordinating bodies (FESC, OEC);

- Permanent administrative bodies - subdivisions of Rosatom (Nuclear and Radiation Safety Department), structural subdivisions of organizations specially authorized for the tasks of protection against ES and (or) civil defense;
- Day-to-day management - crisis and information centers (Rescue Coordination Center, Coordination Center), enterprise dispatch services;
- Forces and means;
- Reserves of financial and material resources;
- Systems of communication, notification, information support.

Automated Radiation Situation Monitoring System (ARSMS)

The establishment of ARSMS began in 1988. By 2008, ARSMS facilities had been operating in 23 enterprises in the industry and its subsidiaries, including all 10 operating nuclear power plants and 13 of the largest, highly radiation hazardous plants.

In a number of industries, mobile radiation monitoring systems are used as a necessary component of ARSMS, allowing the rapid measurement or assessment of the concentration of radionuclides in the air, surface alpha or beta contamination, the isotope composition of the main dosing nuclides, the exposure dose intensity of gamma radiation.

Where necessary, special types of monitoring are carried out in the sector's enterprises (status of hydraulic facilities, possible migration of radionuclides in burial areas and accumulation of radioactive waste using observation wells, seismic and geodynamic conditions).

Emergency Rescue Service

Emergency Rescue Service (ERS) was set up within EPES to organize and conduct preparedness and assessment work of emergency rescue teams for the

localization and elimination of radiation- and nuclear-related emergencies. The ERS State Corporations are provided by:

1. Mobile radiation monitoring devices (meteorological stations, portable measuring systems, spectrometric systems, radiometric laboratories);
2. Portable radiation monitoring devices (sample analysis, radiometers, dosimeters, radioactive contamination measurement devices, operational dosage systems);
3. Mobile diagnostics of the emergency facility condition (endoscopes, flaw detector, diagnostic (X-ray) systems, video surveillance systems, photo laboratories);
4. Robotics (robotic systems for reconnaissance, decontamination and disaster management, transport facilities);
5. Engineering equipment (vehicles, metal processing equipment, debris removal);
6. Personnel protection equipment (special suits, respiratory protection, water purification equipment, decontamination equipment, airlock chambers and tents).

Reliable assessment and forecasting of the radiation situation on the spot of a potential accident is a prerequisite for effective action to eliminate its consequences. In this connection, emergency technical centres are equipped with a wide range of mobile units capable of carrying out and processing an exhaustive set of radiation and meteorological measurements. A wide range of portable radiation monitoring tools are available in the ERS arsenal.

Environmental protection systems

From the first steps in the development of the nuclear industry, the professional community clearly understood the importance and necessity of solving problems of environmental protection, but the necessary emergency mode and problems encountered in the defense programs implementation, higher priority has not been given to environmental issues.

Environmental protection has been delayed.

Even the occurred accidents could not have been an incentive to reallocate organizational and financial resources to the environment.

The structure of the Division currently consists of four laboratories:

- The Departmental Information and Analysis Centre for State Accounting and Control of Radioactive Substances and Radioactive Waste;
- The Central Information and Analysis Centre for State Accounting and Control of Radioactive Substances and Radioactive Waste;
- Laboratory of automated radiation, chemical and environmental monitoring systems;
- Laboratory of special software and processing of environmental and accounting information.

The system of State reporting on the Environmental Safety makes it possible to give general indicators of the impact of enterprises on the environment, based on gross discharges and emissions of radionuclides and harmful chemicals.

Informing the public about the environmental activities of the nuclear industry

The tasks of raising public awareness of the nuclear industry activity, strengthening its dialogue with the public, increasing the openness of the State Corporation «Rosatom» are served by the consistent activity on systematic analysis of the environmental safety of the sector, when working on the materials of the annual issues of the industry safety report. Annual issues of the sectoral safety report are based on the materials of the enterprises reports on nuclear and radiation safety, materials of the State Corporation «Rosatom», Rostekhnadzor and other organizations.

The openness and availability of information on the radiation situation in the country is a priority for all nuclear-cycle facilities.

Structure of the Unified State automated radiation monitoring system

The information on the radiation situation, stored in the Unified State automated radiation monitoring system (USARMS), is collected, processed, stored, provided and disseminated by the Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Rosgidromet), the federal executive authorities and the State Atomic Energy Corporation "Rosatom" (State Corporation "Rosatom"). Each of them are responsible for the State administration of the use of nuclear energy and referred to as the members of USARMS).

The procedures for the collection, processing, storage, exchange, provision and dissemination of information on the radiological situation within the framework of USARMS shall be determined taking into account the following tasks:

- Obtaining and continuously analysing the results of radiation situation observations in the territory of the Russian Federation (including in the atmosphere, surface water and soil);
- Rapid detection of the radiation situation deterioration;
- Identification of trends in radiation conditions;
- Identification of the sources of deterioration in the radiation situation and its nature;
- Operational analysis and forecasting of the radiation situation in the territory of the Russian Federation in response to actual or potential radiation emergency, including assessment of the possibility of transboundary transport of contaminated air and (or) water masses and the actual effects of such transport;
- Formulation of recommendations to reduce the dangerous effects of radioactive pollution on the territory of the Russian Federation and to overcome the consequences of nuclear and radiological accidents;
- Preparation and immediate provision of information on the radiation situation in the territory of the Russian Federation;

- Information support in meeting the international obligations of the Russian Federation to provide information on the radiation situation and (or) exchange information on the radiation situation.

The participants in the communication are represented by the main information and analysis centre (hereinafter referred to as MIAC) of USARMS, the regional information and analysis centres (hereinafter referred to as RIAC) of USARMS and the information and communication centres of the departmental subsystems for radiation situation monitoring of the federal executive authorities and the State Corporation "Rosatom" (hereinafter DIAC) of USARMS.

RIAC USARMS is being set up on the basis of the territorial bodies and subordinate organizations of Rosgidromet.

DIAC USARMS is organized by the federal executive authorities and the State Corporation "Rosatom", which are responsible for the State administration of the use of nuclear energy, and operates as part of the departmental subsystems of USARMS.

The procedure for gathering information from USARMS should ensure the necessary level of efficiency, completeness and reliability of data on the radiation situation in the territory of the Russian Federation in order to prevent, in a timely manner, possible negative radiation effects consequences on the population and the environment.

The main types of data and information are collected by USARMS are:

- Data from radiation monitoring stations;
- Results of measurements of radioactive contamination of environmental components (including soil, air, surface water) through sampling, processing and radiation surveys;
- Data on possible or actual sources of radioactive substances entering the environment, including available data on the nature, types and extent of such proceeds;
- Generalized data on the radiation situation in the territory of the Russian Federation;

Estimation, analysis and forecasting information containing an assessment of the changes in the radiation situation caused by natural and (or) anthropogenic factors, as well as the effects of their modification on the environment.